

# U

# na Aplicación de la Teoría de Sistemas al Desarrollo de Productos

Milton ■ Harvey ■ Sánchez

**E**l enfoque de la teoría de sistemas ha sido aplicado en muy diversas áreas científicas contribuyendo esencialmente a la aparición de fundamentos y de movimientos teóricos en las áreas que han visto ampliados sus estudios con esta teoría universal e interdisciplinaria. La aplicación de los sistemas en el desarrollo de productos pretende suministrar un instrumento metodológico y teórico en este campo y así, permitir la construcción de modelos que sirvan de base en la adopción de decisiones en procesos de diseño. La importancia de la teoría de sistemas radica en que allí, en donde el discurso teórico-sistémico ha sido aplicado, los fundamentos y terminología de esta

---

Milton Harvey Sánchez. Diseñador Industrial.  
Universidad Nacional. Santafé de Bogotá. Doctorado  
PHD Bergische Universität Alemania.

teoría son abordados e interpretados de diferentes maneras, de acuerdo con el objetivo de la investigación o del campo científico y tecnológico que buscan en los sistemas un marco teórico.

En nuestro caso el diseño de productos es, por un lado, un componente más del complejo desarrollo de la producción industrial; por tanto, es esperado del diseño actualmente, la realización en el producto a desarrollar de una variedad de exigencias relacionadas con el usuario, con formas de producción y mercadeo, así como con factores ambientales. Por otra parte, un producto desarrolla formas de relaciones comunicativas y procesos de observación, en este sentido, los objetos se encuentran determinados por formas específicas de comunicación que los delimita unos frente a otros. De este modo, es evidente, que para poder realizar el diseño de un producto, éste solo puede llevarse a cabo de una manera metódica y sistemática. Cabe mencionar que en este escrito no se pueden considerar todos los aspectos relacionados con el diseño de un producto; como intereses específicos del usuario o de mercado; no obstante, supone servir como modelo de aplicación en otros factores que allí intervienen. El trabajo que aquí se presenta responde a la necesidad de darle la posibilidad al diseñador, especialmente al que se encuentra en formación, de proceder tanto en el análisis, como en la valoración y formalización de problemas y tareas de diseño. En este sentido, la aplicación de la teoría de sistemas en el desarrollo de productos hace posible en una delimitación sistema/entorno, al definir el producto como sistema, crear incisiones en el análisis de un objeto o producto de origen industrial que no

eran posibles con otros métodos teóricos. El objetivo más importante de este trabajo es poner a disposición un marco para el desarrollo de métodos en torno al diseño de productos y adquiere gran significado como un intento de formar unos fundamentos científicos en este campo, especialmente en el ámbito colombiano.

La teoría de sistemas más avanzada tiene muchas raíces, dentro de las cuales se pueden aquí destacar la cibernética de Norbert Wiener, la teoría de la información de Claude Shannon y la Teoría General de Sistemas de Ludwig von Bertalanffy. El gran valor del discurso de los sistemas es su universalidad, su dinámica y la gran capacidad de desarrollo y de aplicación, en donde los más diversos temas son emprendidos con términos semejantes. El médico y biólogo chileno Humberto Maturana, por ejemplo, ha generado en los últimos años dentro del desarrollo de la teoría de sistemas la expresión "autopoiesis" como explicación a la autoorganización en los sistemas, particularmente en los seres vivos. Estos planteamientos de Maturana han tenido una importante resonancia en el desarrollo de la teoría de sistemas.

**La aplicación de la teoría de sistemas en el desarrollo de productos hace posible en una delimitación sistema/entorno, al definir el producto como sistema, crear incisiones en el análisis de un objeto o producto de origen industrial que no eran posibles con otros métodos teóricos**

El punto de vista teórico-sistémico en el caso del proceso de diseño de productos, es poder observar funcionalmente un objeto o producto; por ejemplo una silla, en donde una posible

solución al problema de sentarse cómodamente descubra y determine principalmente, no la composición mecánica de las partes de la silla que harían posible el sentarse, sino ante todo, otras soluciones equivalentes *funcionales* al mismo problema; como butaca, banco, cojín, etc. Por otra parte, la perspectiva de los sistemas permite crear ciertas bases y cortes en las relaciones formales de un objeto y, así, determinar posibles estructuraciones en las relaciones y en la organización (orden) existentes entre los elementos del objeto.

### Fundamento de la teoría de sistemas Punto de partida: La Diferencia

Cualquier análisis teórico y de aplicación de la teoría de sistemas al desarrollo de productos debe tener como punto de partida la diferencia entre sistema y entorno. La *DIFERENCIA* es la máxima del discurso de la teoría de sistemas. *Algo* existe siempre y cuando pueda ser diferenciado de otro algo; es decir, sólo cuando este algo pueda ser diferente. "*Draw a distinction*" sirve de punto de partida a Spencer Brown 1977 para su propia construcción de la teoría del conocimiento. Según Spencer Brown (*Laws of form*) para poder reconocer algo, es necesario que el observador pueda establecer diferencias, a lo que le debe seguir, otorgarle a lo diferenciado una denominación (nombre) para poder darle una capacidad de empalme. En este sentido, observación es una operación de diferenciar y de denominar. "El acto de señalar cualquier ente, objeto, cosa o unidad, está asociado a que uno realice un *acto de distinción* que separa lo señalado como distinto de un fondo. Cada vez que hacemos referencia a algo, implícita o explícitamente, estamos especificando un *criterio de distinción* que señala

aquello de que hablamos y especifica sus propiedades como ente, unidad u objeto" (Maturana/Varela 1987).

### ¿Qué es Sistema?

La palabra de origen griego sistema tiene muchas connotaciones. Según Bertalanffy 1950/Danzer 1976, sistema es un conjunto de elementos recíprocamente relacionados para alcanzar un fin. Bajo esta definición, cualquier objeto puede ser observado como sistema. Un sistema es de cualquier manera un todo ordenado. No es suficiente, para poder establecer una diferencia o distinción, simplemente separar algunos elementos. Para que los *elementos* de un todo puedan ser diferentes y diferenciados de otros, deben constituir en determinada forma un *orden*. Ordenar tiene igualmente un orden, éste último se compone de procesos de selección, de relacionar y de un regulamiento. Para poder señalar una diferencia debemos *seleccionar* algunos elementos de la totalidad y en determinada forma *relacionarlos* entre sí. Si se tienen estas dos condiciones, seleccionar elementos y relacionarlos, se puede hablar de que tenemos un sistema.

Los sistemas se constituyen y se conservan a través de la creación y mantenimiento de una diferencia frente al entorno y utilizan sus límites para regular dicha diferencia. Un sistema está caracterizado por una cantidad determinada de elementos relacionados entre sí, cuyas relaciones hacen posible determinados procesos. "Para que yo juzgue a este objeto como una silla es necesario que yo reconozca que ciertas relaciones se dan entre partes que llamo patas, respaldo, asiento, de una manera

tal que el sentarse se haga posible" (Maturana 1987).

La delimitación del sistema y sus elementos depende de la perspectiva de observación del objetivo específico y del objeto a analizar. Para el diseñador de una cafetera eléctrica, el motor de ésta es un elemento de su sistema. Para un ingeniero eléctrico el motor de la cafetera es su sistema. En cada sistema, los elementos o subsistemas tienen igualmente propiedades y se pueden establecer categorías según su significado o percepción: tamaño, color, peso, material. Las propiedades del sistema dependen igualmente de las propiedades de sus elementos. Hay productos cuyas propiedades tienen fundamentalmente una función estética: joyas, artículos de moda; también hay productos orientados por una función práctica: bienes de capital o beneficio.

Los sistemas se constituyen y se conservan a través de la creación y mantenimiento de una diferencia frente al entorno y utilizan sus límites para regular dicha diferencia. Un sistema está caracterizado por una cantidad determinada de elementos relacionados entre sí, cuyas relaciones hacen posible determinados procesos.

### Delimitación sistema/entorno

Al crearse un sistema a través de señalar una diferencia o distinción, se debe diferenciar este sistema de todo aquello que no pertenece al sistema. De ese modo, todo eso que no pertenece al sistema constituye el entorno. No existe sistema sin entorno o entorno sin sistema. Un sistema se diferencia en primer lugar y principalmente del entorno. Además,

no hay ningún sistema que esté fuera de un contexto específico y que no esté condicionado por dicho entorno. En este sentido, todos los sistemas son abiertos, ya que tienen, en mayor o menor grado, algún tipo de intercambio con el entorno. El producto como sistema es de la misma forma un sistema abierto, ya que los objetos están estructuralmente orientados a un contexto y, sin él, no existirían. La diferenciación entre cerrado y abierto en los sistemas es una cuestión relativa. Sistemas cerrados no presentan un intercambio de *materia, energía o información*. Sistemas cerrados existen únicamente, si estos se pueden abstraer o separar de las relaciones con el entorno. En todo producto como sistema se pueden diferenciar unas variables determinadas cuya composición nos describirá un sistema específico. Estos parámetros o variables son los siguientes: *Entradas* (input) son los recursos necesarios para el funcionamiento del sistema; *Salidas* (output) es el producto final para cuya obtención se han seleccionado los elementos y debe concordar con el objetivo del sistema; *Proceso de transformación* (throughput) o proceso de diseño, es la conversión de entradas en salidas y está formado por todos los elementos, propiedades y relaciones entre sí; *Retroinformación* (feedback) es la confrontación de la salida con un criterio previamente establecido; *Entorno* (environment) es el conjunto de elementos externos que influyen al sistema o pueden ser influidos por él.

### Reducción de Complejidad (Negentropía) o formación de los sistemas

Un estado, en donde no se ha establecido ningún tipo de diferencia o delimitación, donde

encontramos una disposición en la cual todo es posible y donde no se presenta ninguna forma de selección, de relaciones, de regulamiento o de límite representa la complejidad absoluta. A esta clase de estado, en donde todo tipo de probabilidades y casualidades pueden, se le denomina *Caos*, o para utilizar un término de la termodinámica o de la teoría de la comunicación: entropía (tendencia hacia el desorden); es decir, el caos comprende la complejidad absoluta. Cuando un sistema ha sido conformado al establecer una diferenciación, tenemos necesariamente este sistema como menos complejo, ya que el sistema, por estar de cierta forma ordenado, tendría menos elementos y menos posibles relaciones que un estado tan complejo como el caos. Se puede entonces, reducir la complejidad de ese estado inicial (caos) negando la entropía con la formación de un sistema (negentropía o tendencia a una mejor organización).

### ¿De qué se compone un sistema? Objeto como sistema -Cafetera-

De todo lo anterior y a partir del concepto de sistema se puede proceder a un análisis y a una valoración de problemas de diseño. Inicialmente el recurso para ello es, merced al análisis de un objeto (*cafetera*), definir este objeto como

sistema, que servirá de base para aplicar, a manera de ejemplo, el enfoque de la teoría de sistemas y un análisis funcional en un problema de diseño (*cocina*).

Al definir y observar cualquier objeto como sistema, se debe tener en cuenta que un sistema está caracterizado a través de:

1. Cantidad determinada
2. Elementos
3. Propiedades
4. Relaciones
5. Orden/estructura

De ese modo, al definir un sistema como reducción de complejidad, estamos llevando cierta cantidad de elementos relacionados recíprocamente a un orden u organización determinada.

Según Fuchs (1973) las relaciones entre los elementos de un sistema existen a través del intercambio *de energía, materia y/o informaciones* entre los elementos o subsistemas. Esto puede ser aplicado directamente en el análisis de un producto; para ello tomaremos y analizaremos la cafetera de la fotografía (figura 1) como sistema que consta de los siguientes elementos:

FIGURA 1

Elementos de una cafetera como sistema

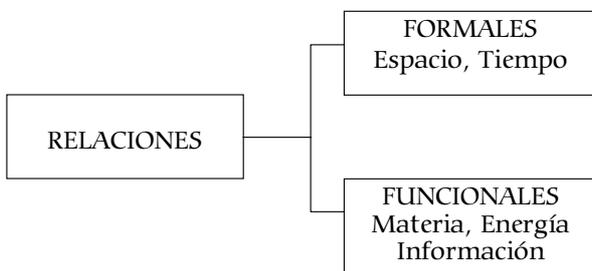


- e 1 Recipiente de agua
- e 2 Tapa superior
- e 3 Válvula
- e 4 Tapadera del filtro
- e 5 Sujetador del filtro
- e 6 Tapadera de la jarra
- e 7 Jarra
- e 8 Parrilla caliente
- e 9 Dispositivo del cable
- e 10 Interruptor, lámpara
- e 11 Cable
- e 12 Calentador

Las relaciones funcionales entre los elementos de la cafetera arriba enumerados se presentan a través del flujo de energía, materia y/o informaciones, así, la relación entre el recipiente de agua (*e1*) y la válvula (*e3*) resulta a través del intercambio de materia: *agua caliente*. La relación entre sujetador del filtro (*e5*) y la tapadera de la jarra (*e6*) está determinado por el flujo de materia: *café*.

Entre la jarra (*e7*) y la parrilla caliente (*e8*) se origina una relación por intercambio de energía: *calor*. Aquí se trata de relaciones activas, ya que los intercambios allí presentados tienen un valor; es decir, no son iguales a cero. En las relaciones inactivas el flujo es igual a cero; como por ejemplo en la relación entre el recipiente del agua (*e1*) y el dispositivo del cable (*e9*). En el diseño de productos son interesantes las siguientes relaciones (figura 2):

FIGURA 2  
Tipo de relaciones



Las relaciones formales comprenden, por una parte, la correspondencia de elementos entre sí; por ejemplo, la relación entre una lámpara y la mesa respectiva, por otra parte definen un

principio modular, en donde una determinada cantidad de módulos origina una gran variedad de combinaciones, dándole al usuario la posibilidad de una presentación individual y permitiéndole al producto facilidades en el empaque, transporte y reparación.

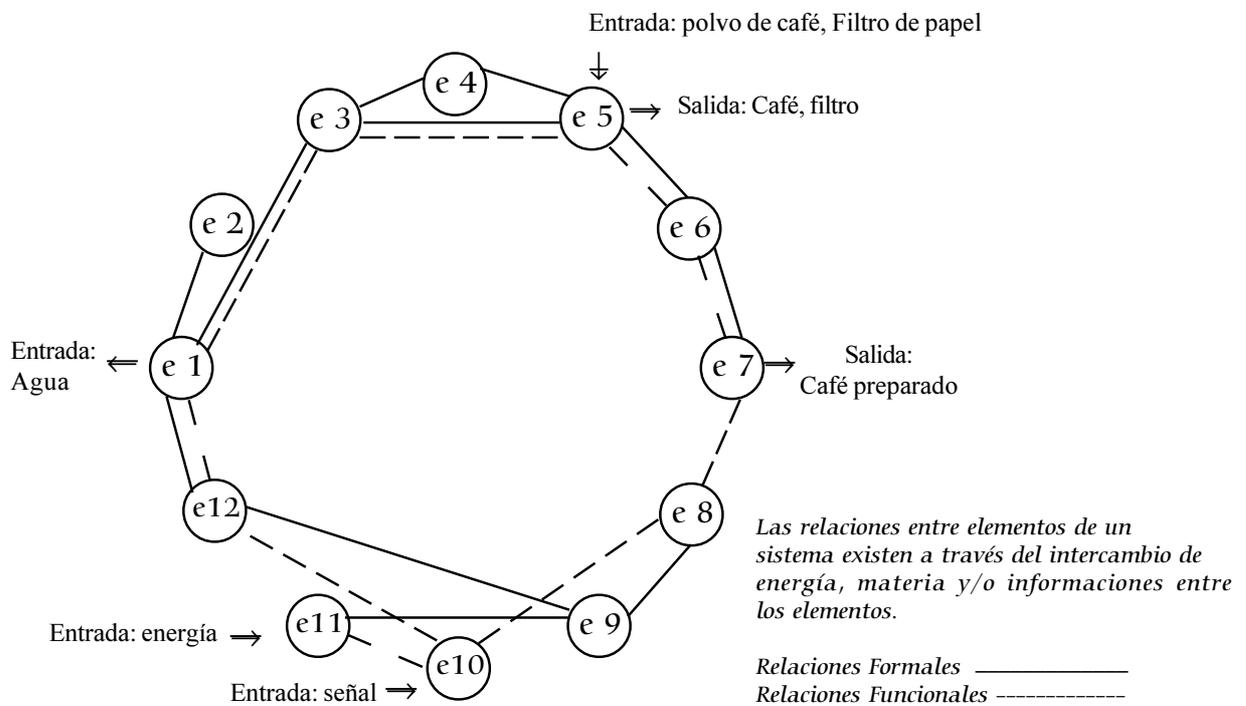
Las relaciones funcionales resultan a través de la estructura funcional de los elementos y determinan un principio de orden del sistema. Elementos relacionados entre sí que ejecutan una función específica pueden presentar, como lo veremos más adelante, una estructura en cadena, paralela o circular. La gráfica (figura 3) muestra esquemáticamente en la cafetera, las relaciones formales y funcionales de los elementos entre sí y, entre éstos y el entorno.

Las *relaciones formales* entre los elementos de la cafetera resultan a través de las propiedades de estos. Así por ejemplo, la relación entre los elementos *e2 tapa superior* y *e1 recipiente de agua* está determinada por las propiedades formales de cada elemento (dimensiones), esto significa que al encontrarse dos elementos relacionados formalmente; estos elementos deben tener una propiedad común que pueda construir esta relación.

Las *relaciones funcionales* entre los elementos de la cafetera resultan a través de flujos o intercambios de materia (agua, polvo de café, café preparado, polvo de café ya filtrado y filtro)

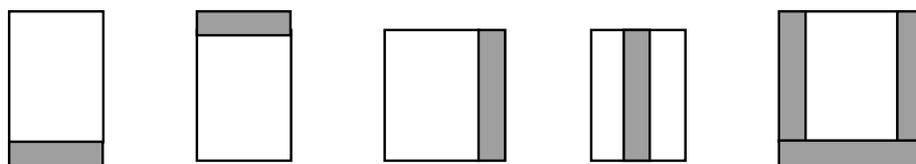
Un estado, en donde no se ha establecido ningún tipo de diferencia o delimitación, donde encontramos una disposición en la cual todo es posible y donde no se presenta ninguna forma de selección, de relaciones, de regulamiento o de límite representa la complejidad absoluta. A esa clase de estado, en donde todo tipo de probabilidades y casualidades pueden se le denomina *Caos*, o para utilizar un término de la termodinámica o de la teoría de la comunicación: Entropía (tendencia hacia el desorden)

FIGURA 3  
Flujo y Relaciones en cafetera como sistema



y energía. Estas relaciones funcionales determinan el *Orden* o estructura de los elementos entre sí y frente al entorno. Debido al flujo de energía, el elemento *e1 recipiente de agua* debe estar siempre ubicado junto al elemento *e12 calentador*. Esta correspondencia permite plantear varias alternativas de orden que hacen posible la ejecución de la misma operación para el cual han sido relacionados los elementos (figura 4). Sin la correspondencia entre los elementos *e12* y *e1* de la cafetera no habría transmisión de energía de *e12* hacia *e1* y el sistema como tal y como unidad no funcionaría. Por lo tanto, la relación funcional es una condición esencial para establecer un principio de orden de los elementos recíprocamente y frente al entorno y, así, permitir que el sistema con su organización pueda ejecutar una operación específica.

FIGURA 4  
Alternativas de orden entre los elementos e1 y e12



En este sentido, se puede afirmar que el *principio de orden* de un sistema que selecciona, relaciona y permite ejecutar una operación, es un código, mediante el cual el sistema reconoce las operaciones y procesos que le son propias y las deslinda del entorno o de otros sistemas.

## El sistema de las funciones

Según la teoría constructivista de Pahl/Beitz 1986 se entiende bajo *función* la relación entre entrada (input) y salida (output) de un sistema (Black Box), que tiene como objetivo poder solucionar una tarea o cumplir un propósito determinado. Siegfried Maser (1982) define como función todo lo que hace un algo (funciones activas) o con lo que ese algo puede ser hecho (funciones pasivas). Idiomáticamente son expresadas las funciones a través de verbos; es decir, relaciones entre un sujeto y un objeto pueden ser representadas como el efecto entre funciones activas y pasivas: cortar, preparar alimentos, cocinar, lavar vajilla, beber, etc.

**El *principio de orden* de un sistema que selecciona, relaciona y permite ejecutar una operación, es un código, mediante el cual el sistema reconoce las operaciones y procesos que le son propias y las deslinda del entorno o de otros sistemas.**

Todo sistema y en consecuencia un producto como tal, puede ser descompuesto en subsistemas que poseen algunas características básicas del sistema del cual proceden. Por lo tanto, un *análisis funcional*

nos permite comprender el efecto global de un sistema (*cocinar* como función general en una cocina); por un lado, a través del análisis de cada uno de los *elementos* o subsistemas (almacenar, pelar, adobar, servir, etc.) y, por otro, al observar la interacción entre los elementos que hace posible al sistema presentarse como unidad. La función general de un producto resulta de la relación global entre el producto y el usuario, así como entre estos y su entorno. Con el enfoque de los sistemas se pueden definir la cantidad de funciones o subsistemas propias del problema a solucionar, precisar las propiedades de éstas, determinar las posibles *relaciones* entre cada uno de los elementos y, de ese modo, poder reconocer el *orden* o *estructura funcional*.

Según Maser (1982) el análisis como sistema de la función general y del portador de función; el objeto que ejecuta la función, se deben llevar a cabo correspondientemente, como un análisis de “lo que es” (producto real) y un análisis de “lo que debe ser” (producto a proyectar). Un análisis funcional puede llevarse a cabo con éxito tomando como recurso, el proporcionar a cada una de las funciones (verbo) un *portador de función* (sustantivo), que permite que se realicen las funciones del sistema, en la cual las propiedades de las funciones (adverbio) deben ser transformadas en correspondientes propiedades del portador de función (adjetivo). Por ejemplo: función (verbo) llega a ser propiedad (adjetivo) del portador de función (sustantivo)

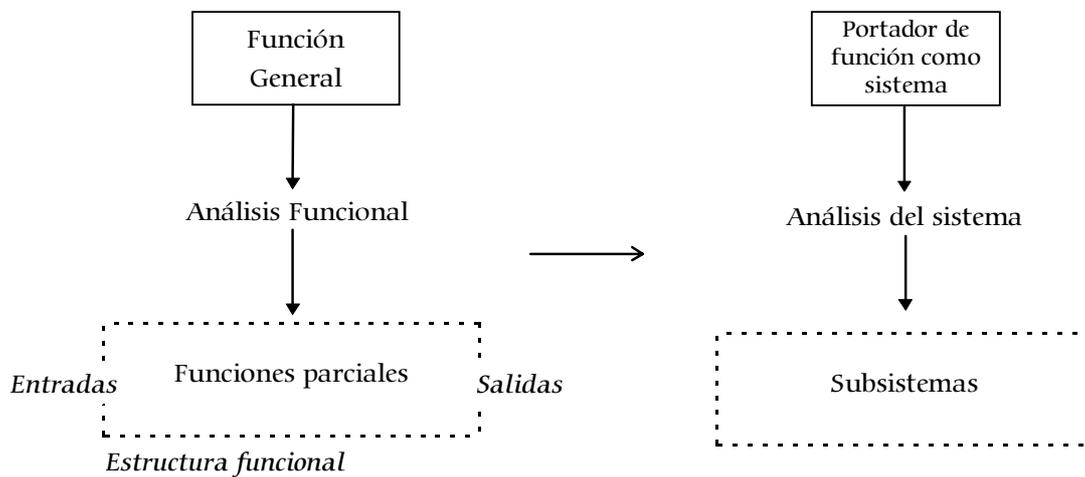
*calentar*———*calefacción/caliente*.

Esta representación tiene como ventaja el poder analizar de forma unificada y funcionalmente el producto como objeto, así como en sus relaciones internas. Tjalve (1978) define al portador de función como la parte de un sistema o un elemento que hace posible ejecutar la función deseada del sistema; sin embargo, se puede agregar que un portador de función también puede ser un sistema, como es el caso del automóvil o el de una máquina de afeitar. Esto significa que un producto puede ser, por un parte, monofuncional; ya que el objeto está reducido a realizar a una sola función determinada, en nuestro ejemplo de la cafetera solo se puede preparar café en ella; así como un abrelatas solo sirve para abrir latas. Por otro lado, un producto puede ser polifuncional, si se pueden

ejecutar con este objeto varias funciones, como es el caso de un ayudante de cocina, con el cual se pueden realizar varias funciones: agitar, mezclar, licuar, cortar o el de un equipo de sonido, que se puede utilizar como radio, grabadora o tocadiscos. Al observar, que un portador de función puede ser o es un sistema, debe ser éste igualmente analizado como tal (figura5).

**Con el enfoque de los sistemas se pueden definir la cantidad de funciones o subsistemas propias del problema a solucionar, precisar las propiedades de éstas, determinar las posibles relaciones entre cada uno de los elementos y, de ese modo, poder reconocer el orden o estructura funcional.**

FIGURA 5  
Análisis del portador de función como sistema

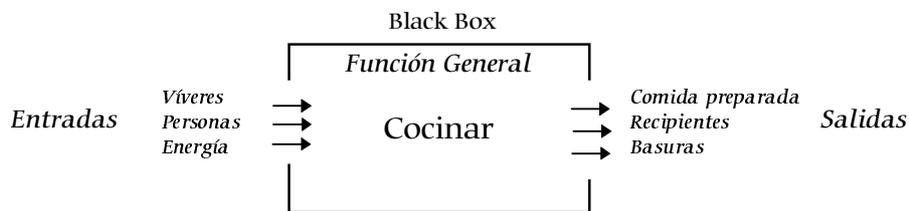


### Análisis funcional como Sistema Problema de diseño: Cocina

El planteamiento anterior permitirá en el proceso de diseño de una cocina, reducir la complejidad del problema a través del análisis de esta tarea como sistema y, así, alcanzar un inventario completo

de los elementos del sistema *cocina*, de sus relaciones y propiedades que harán posible desarrollar alternativas y soluciones funcionales equivalentes al problema formulado. Este ejercicio no pretende proponer una forma concreta de diseño de cocina, es, únicamente, una manera ejemplar y general de crear unas bases de procedimiento para formalizar a partir de un punto de vista técnico y de un principio de orden. Partiendo de lo visto anteriormente, podemos descomponer la función global del problema (cocinar) en elementos o funciones parciales, para ello, representaremos la función general en forma de una caja negra (Black Box), que solo hace referencia a las entradas y salidas del sistema. Una representación Black Box no indica de que manera la salida (output), como función de la entrada (input), puede ser alcanzada (figura 6).

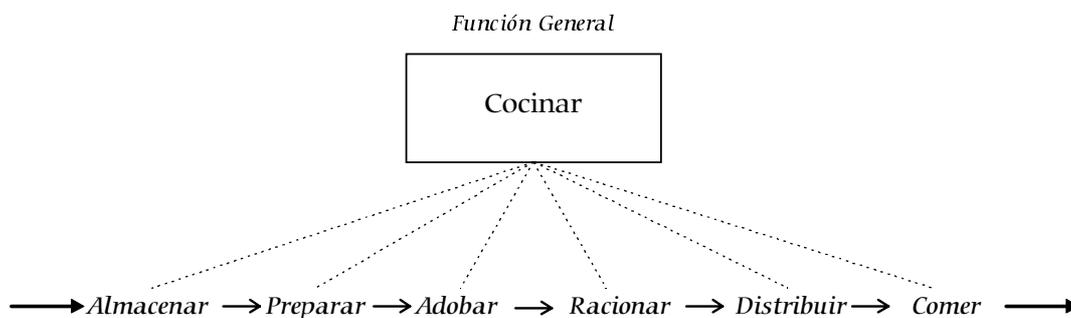
FIGURA 6  
Función cocinar en forma de caja negra



Solo se puede comprobar en esta representación que algo entra en la caja (funciones; causa) y que algo sale de allí (funciones; efecto). Hay que observar que una cocina es un objeto polifuncional, es decir, en la cocina se llevan a cabo varias funciones. Se puede comprobar, por un lado, que tipo de entradas se encuentran a disposición (tipo de energía o víveres) y, por otro, en qué clase de salidas debe ser transformadas las entradas. En esta descripción, la función general del problema representa la relación entre entradas y salidas.

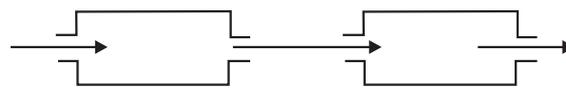
Al descomponer la función general "cocinar" (figura 7) en elementos o funciones parciales (almacenar, adobar, repartir, comer.) permitirá darle claridad gradualmente a esta caja negra luego de un análisis de las funciones comprometidas y, así, comprobar explícitamente los efectos y relaciones funcionales internas.

FIGURA 7  
Función general "Cocinar" y sus funciones parciales

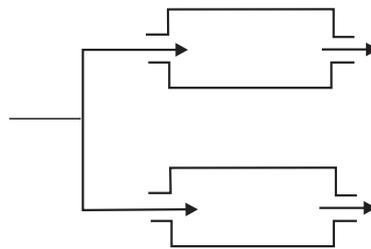


Según Maser (1982) las relaciones funcionales internas de un sistema pueden presentar una estructura en cadena, paralela o circular (figura 8); y se constituyen, por ejemplo, de forma temporal (cocción se ejecuta antes de servir) o surge de una relación espacial (área de cocción cerca del área para servir).

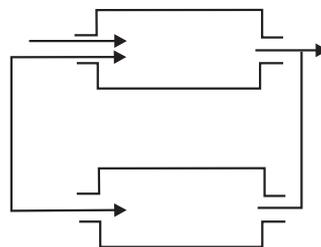
FIGURA 8  
Estructuras en las relaciones funcionales de un sistema



RELACIÓN EN CADENA



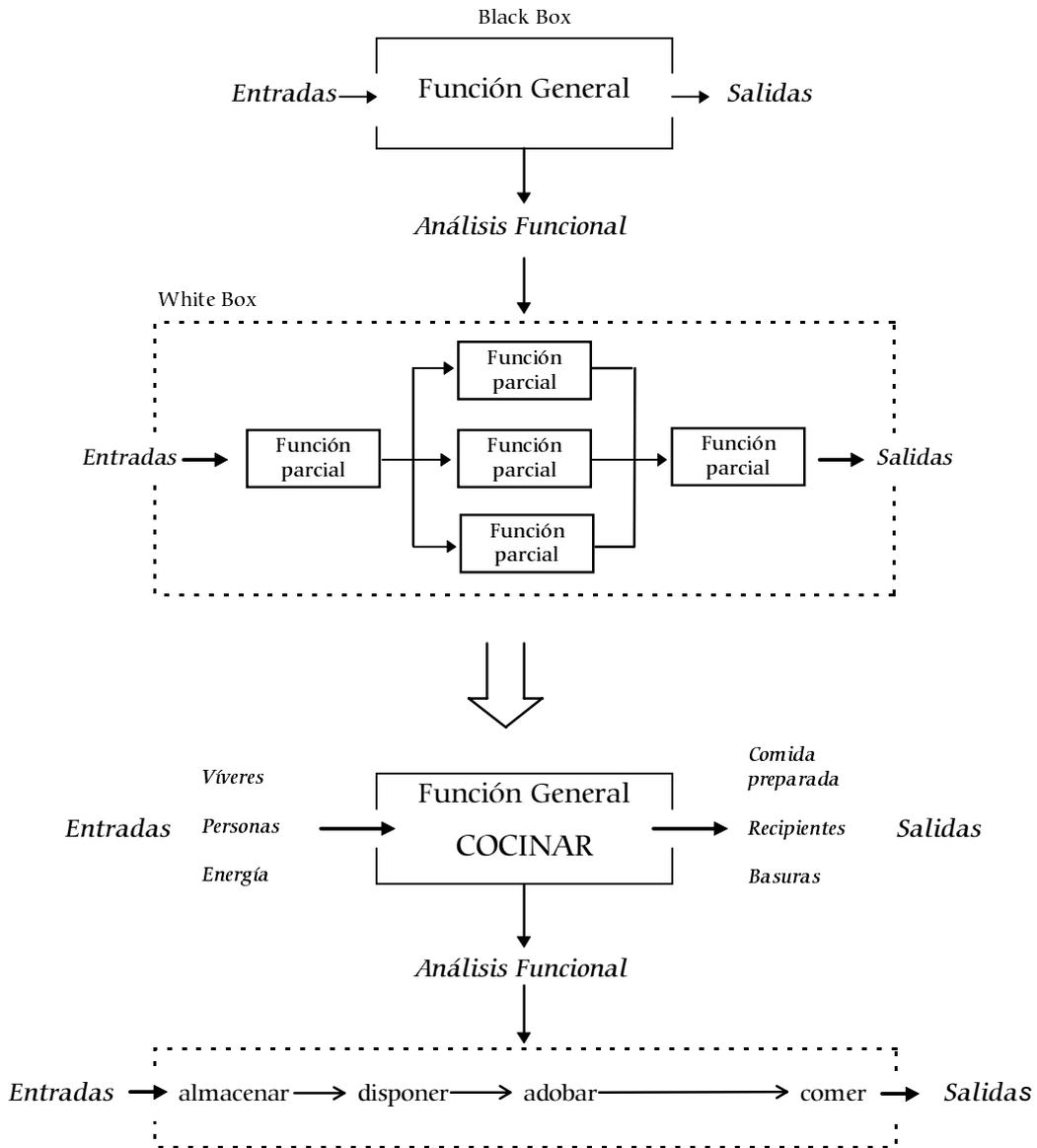
RELACIÓN PARALELA



RELACIÓN CIRCULAR

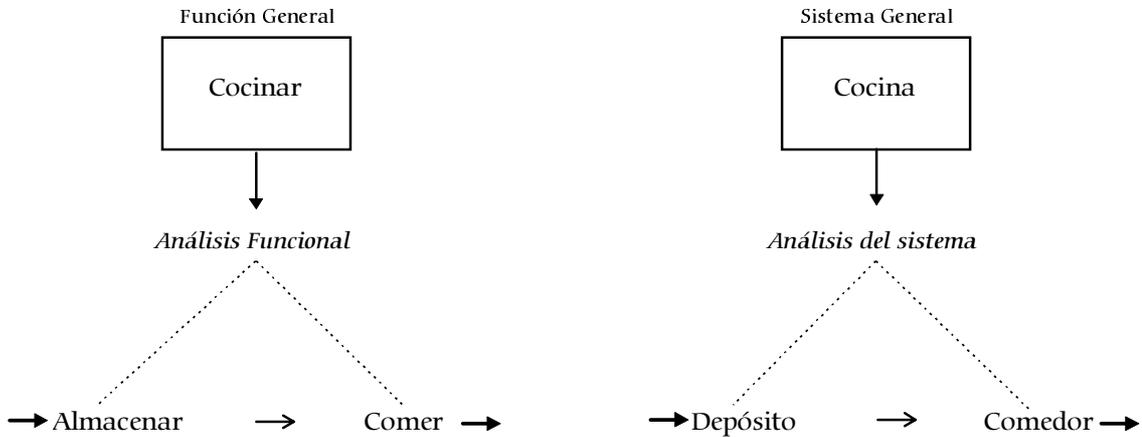
El enfoque de la teoría de los sistemas descompone sistemas globales complejos en elementos, de la misma manera, un análisis funcional hace posible descomponer una función general en funciones parciales y determinar la estructura de sus relaciones internas; en nuestro ejemplo del problema de la cocina, la función general que se lleva a cabo es *cocinar* (figura 9).

FIGURA 9  
Transformación de caja negra a través del análisis funcional como sistema



Un recurso en el análisis funcional es otorgarle a cada una de las funciones un portador de función (sustantivo) encargado de ejecutar la función (verbo) deseada en el sistema. Para ello es igualmente necesario observar como sistema cada uno de los portadores de función del sistema global *cocina*. Así, portadores de función como depósito o comedor deben ser definidos y analizados también como sistemas (figura 10). El sistema *depósito* como portador de la función *almacenas* nos permitirá, a manera de ejemplo, ilustrar este ejercicio.

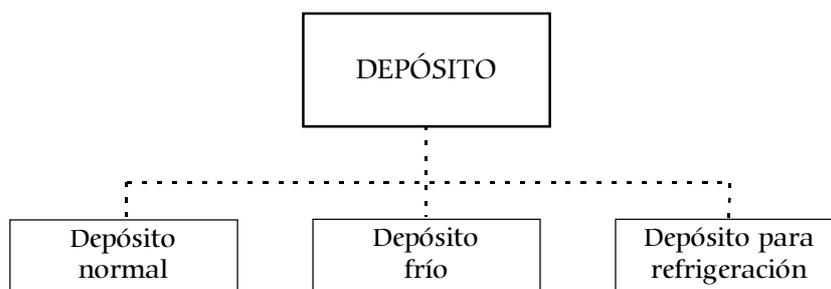
FIGURA 10  
Análisis del portador de función como sistema



Un examen detallado del portador de función *Depósito* como sistema determina racional y sistemáticamente la organización entre las relaciones del sistema (depósito) y entre éste y el entorno. El depósito es un vínculo entre el sistema global (cocina) y el entorno. A través del depósito entran en el sistema artículos y mercancías como utensilios y víveres e igualmente salen materiales como basuras y empaques por ejemplo. Un depósito en una cocina es necesario por razones económicas e higiénicas, pero también el factor estético cumple un papel importante en el depósito

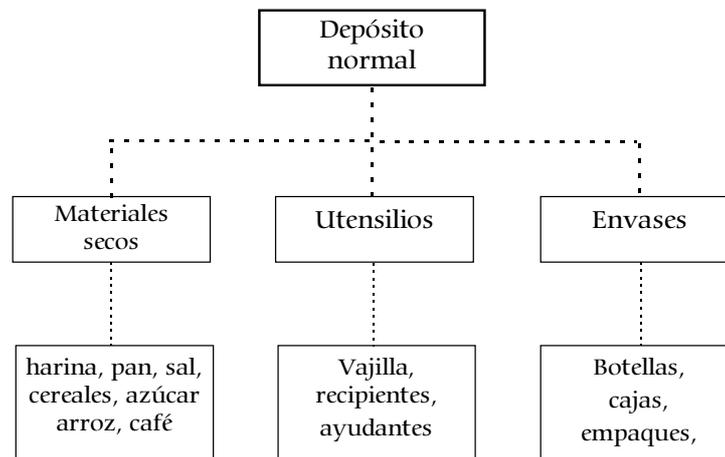
como elemento de la cocina. En el depósito son almacenados materiales y artículos con diferentes propiedades; lo que obliga clasificar al depósito en diferentes elementos de depósito y, así garantizar, por un lado una conservación óptima de los artículos o víveres, y por otro, definir un orden y correspondencia funcional entre cada uno de los elementos de depósito. Básicamente podríamos establecer según este planteamiento, los siguientes elementos de depósito (figura 11) depósito para temperatura normal, depósito frío y un depósito para refrigeración.

FIGURA 11  
Elementos de depósito según sus propiedades



En el depósito normal estarían almacenados materiales secos, víveres y alimentos, utensilios o aparatos, así como envases y material de empaque (figura 12 )

FIGURA 12  
Depósito normal y sus elementos



En el depósito para material seco son almacenados materiales como harina, cereales, pan, azúcar, arroz, sal, café, etc. Estos víveres deben ser protegidos de la humedad, pérdida de aroma. Según Burckardt (1981) los depósitos de temperatura deben mantener una temperatura máxima de 20 °C. Por factores económicos, ecológicos y estéticos surge la necesidad de tener en este tipo de depósito un área reservada a envases y material de empaque, como por ejemplo, botellas, recipientes, cajas.

Este mismo ejercicio puede efectuarse en los otros elementos de depósito de la función almacenar; en donde se debe tener en cuenta, que la tarea principal de un depósito frío es la de mantener frescos y a corto plazo determinado tipo de víveres percederos. El depósito frío debe disponer de áreas para almacenar carnes, lácteos, frutas y verduras, bebidas, así como desperdicios.

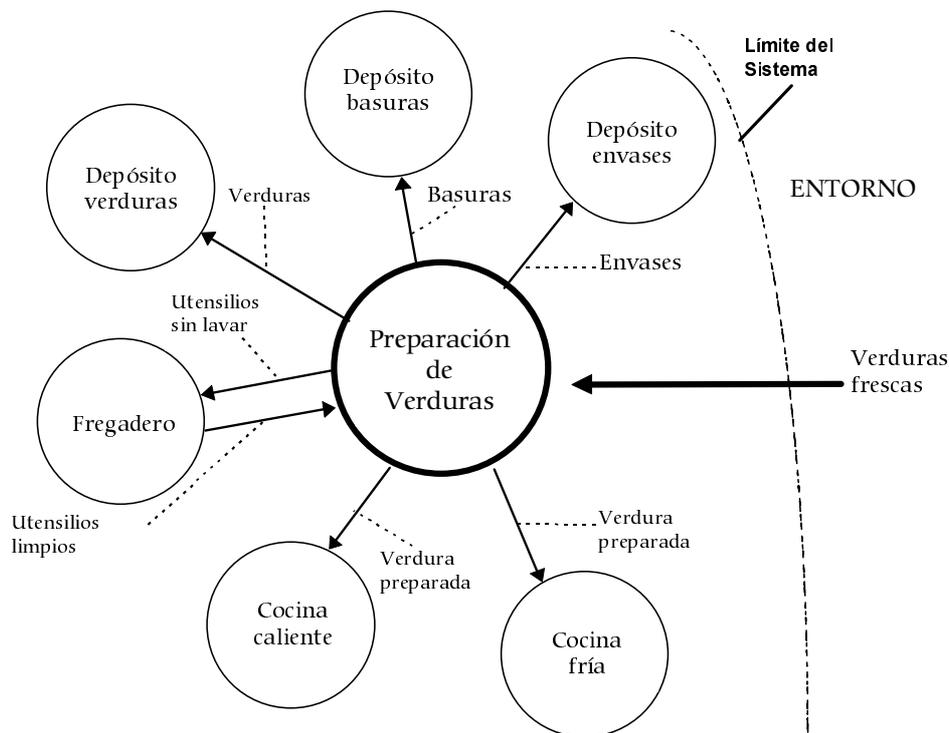
Según Pieper (1981) un depósito para carnes debe proteger contra cambios de temperatura, luz, humedad y corrientes de aire y, así evitar cambios en la calidad, apariencia y peso. Por otra parte, lácteos deben ser almacenados con temperaturas promedio de 0-4°C, igualmente un depósito para lácteos debe garantizar que estos no entren en contacto con otros víveres; dada la tendencia en este tipo de alimentos de absorber aromas y sabores de otros alimentos. Al almacenar frutas y verduras en el depósito frío se debe tener en cuenta una temperatura media de almacenamiento entre 3 y 5°C y que estas reaccionan fácilmente a la temperatura, luz y oxígeno. El tercer elemento del sistema de almacenamiento (depósito para refrigeración) debe albergar y conservar por un espacio de tiempo prolongado a temperaturas bajo cero (entre 0 y -18 °C) víveres y alimentos como carnes, pescados y verduras. El tamaño y dotación del sistema de depósito debe ajustarse lógicamente de acuerdo con las condiciones específicas del usuario.

### Las relaciones entre elementos: Preparación de Verduras

Dado que las relaciones entre elementos de un sistema existen a través del intercambio de *energía, materia y/o informaciones* podemos determinar esta corriente entre los elementos tomando como ejercicio la preparación de verduras dentro de las actividades que se llevan a cabo en una cocina. Observamos que en esta fase, las verduras se colocan, lavan, pelan, limpian, cortan y se disponen de tal manera, que puedan continuar siendo preparadas para

una presentación y consumo final. Para ello, la preparación de verduras debe estar asociada funcionalmente en el sistema integral de la cocina, por un lado, con el depósito y la recepción de verduras (con el entorno para obtener verduras frescas) y, por otro, con una preparación específica y adobo, así como con el fregadero. Esto significa que en el momento de definir la estructuración del orden del sistema cocina, los elementos portadores de las funciones comprometidas deben estar juntos y vinculados directamente (figura 13).

FIGURA 13  
Relaciones a través del flujo de material de víveres, verduras, utensilios, basuras y envases.



Las relaciones funcionales internas en la preparación de verduras (disponer, lavar, pelar, limpiar, cortar, colocar) deben ser estructuradas en cadena, ya que deben ejecutarse temporalmente una después de la otra (figura 14).

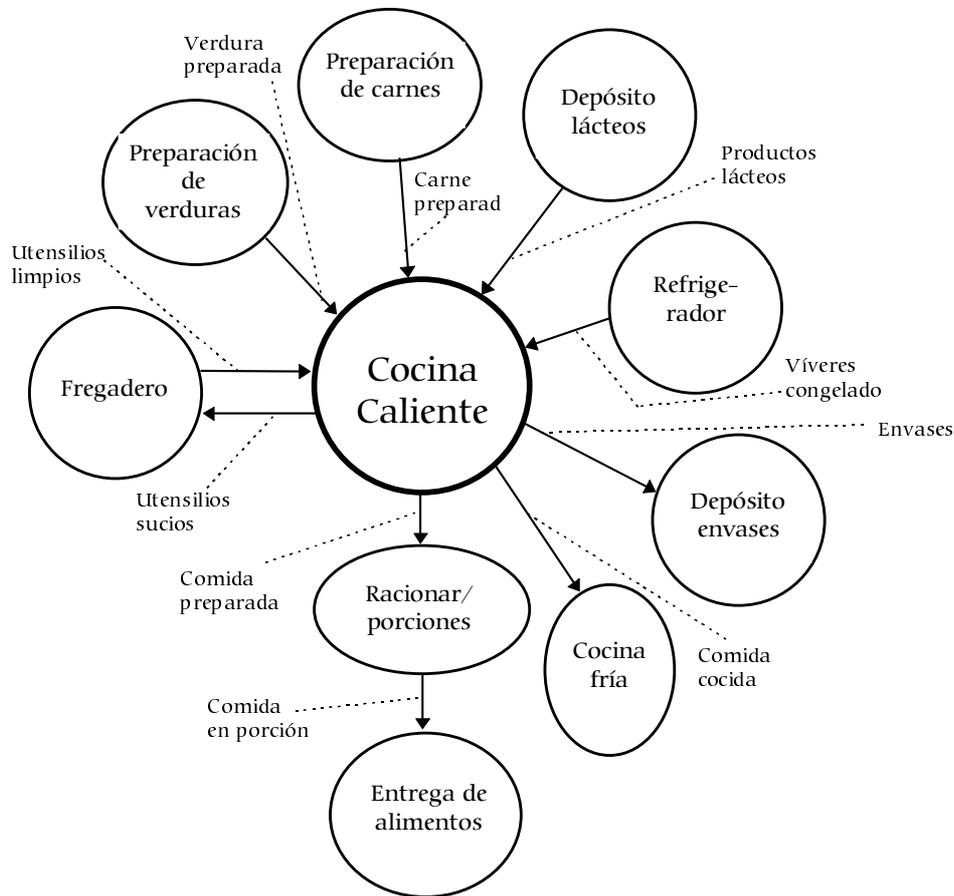


## La cocina caliente

Denominaremos como cocina caliente a la preparación de víveres y alimentos para ser consumidas a través de un tratamiento térmico; siendo esta actividad el punto central de todo sistema de cocina. La cocina caliente está funcionalmente relacionada con la

preparación de verduras, con la preparación de carnes, con el racionar y hacer porciones, con la entrega de alimentos preparados, con el fregadero, con la cocina fría, así como con las diferentes clases de depósitos. Funcionalmente presentarían las relaciones internas de los elementos de la cocina caliente un intercambio de materia de la siguiente manera (figura 16).

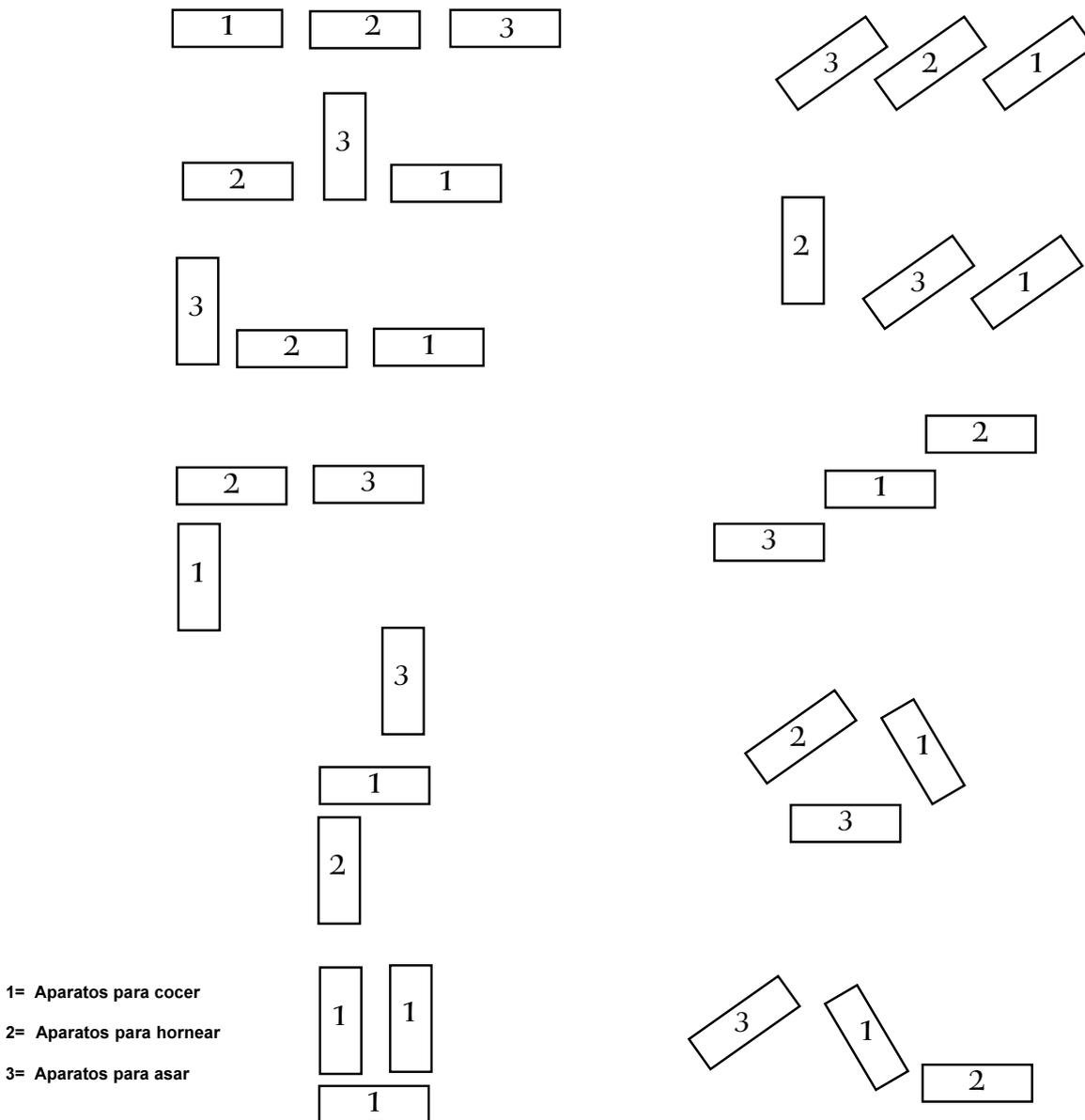
FIGURA 16  
Relaciones en la cocina caliente a través del flujo de materia



Podríamos establecer que los diferentes procesos térmicos que se llevan a cabo en la cocina caliente, se reducen básicamente a cocer, asar y hornear. Las funciones en la preparación de un solo alimento determinado presentan en general, al igual que en la preparación de verduras, una estructura en cadena; a la preparación de una salsa específica se le agrega luego la verdura o la carne.

Sin embargo, en la preparación de varios tipos de comida de la cocina caliente aparecen o pueden aparecer las relaciones internas de las diferentes actividades que allí se ejecutan de forma simultánea; presentando una estructura paralela de las relaciones funcionales internas. De esta manera, se alcanza un ahorro de tiempo y se disminuye la pérdida de vitaminas en los alimentos. De allí, una estructuración en el orden de los portadores de función (aparatos, horno, parrilla, utensilios, etc.) puede presentarse y disponerse de manera libre e independiente unos de otros, lo que permitiría una configuración de estructuras paralelas, seriadas o una combinación paralela-seriada (figura 17).

FIGURA 17  
Posibles soluciones en la estructuración de los portadores de función de la cocina caliente



La entrega de comidas tiene un significado especial al ser un vínculo entre la preparación de comidas fría y caliente, entre el comedor y finalmente entre el sistema de cocina y el entorno. Aquí debe observarse la estrecha correspondencia entre cada uno de los elementos involucrados al definir una configuración en el orden de los portadores de

función y en la definición de la forma del sistema (figura 18). El comedor por otra parte es un vínculo entre el sistema de cocina y el entorno. El comedor debe estar funcionalmente en correspondencia; por un lado con el entorno y, por otro, asociado con la entrega de alimentos, con el fregadero y con el depósito de basuras (figura 19).

FIGURA 18  
Entrega de comidas y sus relaciones

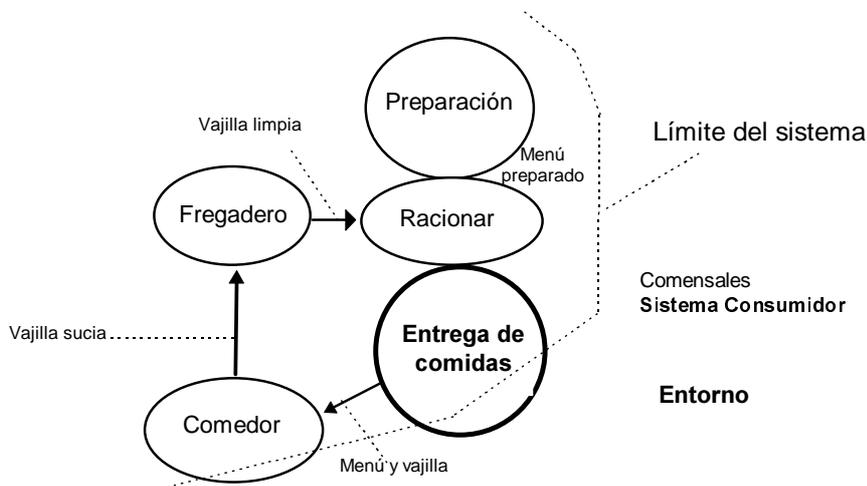
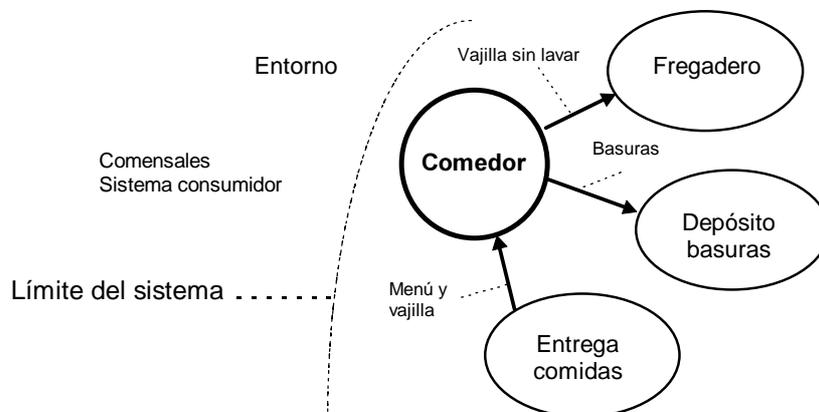


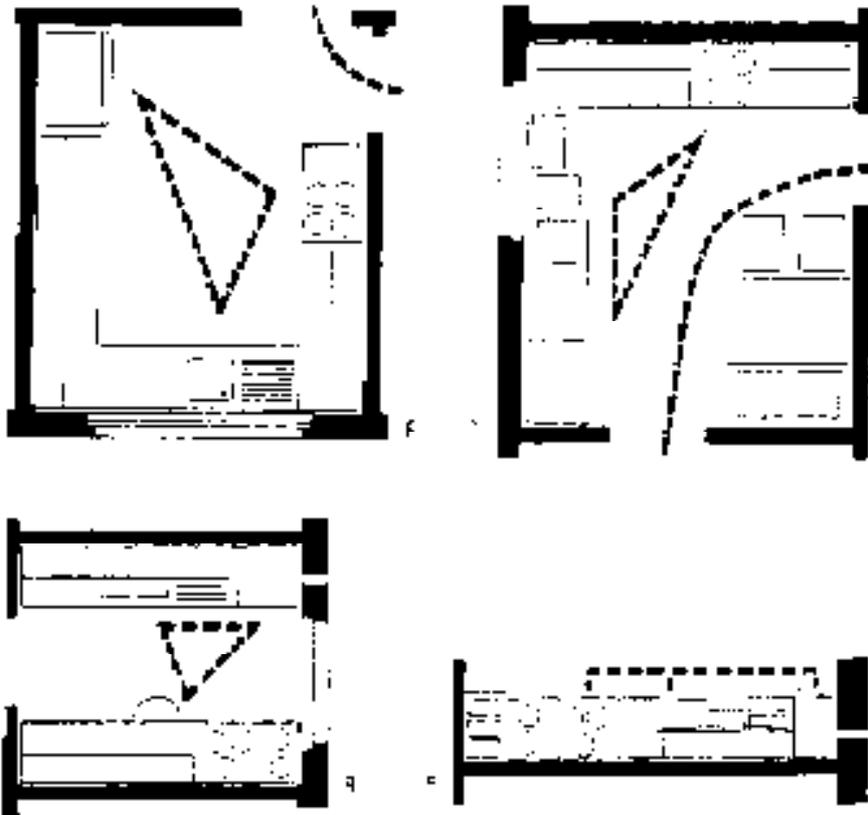
FIGURA 19  
Intercambio de materia a través de Menú, vajilla y basuras



El ejercicio de analizar y clasificar la cocina como sistema a través de sus relaciones funcionales y según la importancia de sus elementos, hace posible una estructuración racional en el ordenamiento de los elementos del sistema. Para ello se tomaron y analizaron en este ejercicio sólo algunos ejemplos de las diferentes fases y funciones que se efectúan en la cocina. El enfoque de los sistemas al formular un problema de diseño significa; reducir la normal complejidad que representa iniciar un problema, creando un sistema a través de un principio de diferenciación. En este escrito se ha intentado representar esquemáticamente

con un ejemplo, la importancia de las relaciones funcionales recíprocas de los elementos del sistema cocina; entre más estrecha sea la relación entre dos o más elementos, se debe tener en cuenta esta asociación y estar juntos o directamente vinculados en el momento de la configuración del orden de los elementos. En la cocina, existe entre la entrega de comidas y el comedor una relación importante a través del intercambio de materia como comida preparada, vajilla y comensales, por esto deben encontrarse estrechamente agrupadas, permitiendo igualmente descubrir soluciones funcionales equivalentes (figura20).

FIGURA 20  
Soluciones funcionales equivalentes al problema "cocina" como sistema



**El ejercicio de analizar y clasificar la cocina como sistema a través de sus relaciones funcionales y según la importancia de sus elementos, hace posible una estructuración racional en el ordenamiento de los elementos del sistema. Para ello se tomaron y analizaron en este ejercicio sólo algunos ejemplos de las diferentes fases y funciones que se efectúan en la cocina.**

La clasificación de las relaciones funcionales según su importancia representa una valoración global del buen o mal funcionamiento de los procesos generales de trabajo en el sistema de cocina y, así, observar como un sistema a través de una diferenciación interna puede operar exitosamente; en el caso de la cocina fueron considerados, para ilustrar la aplicación de la teoría de sistemas, únicamente factores técnicos y de organización.

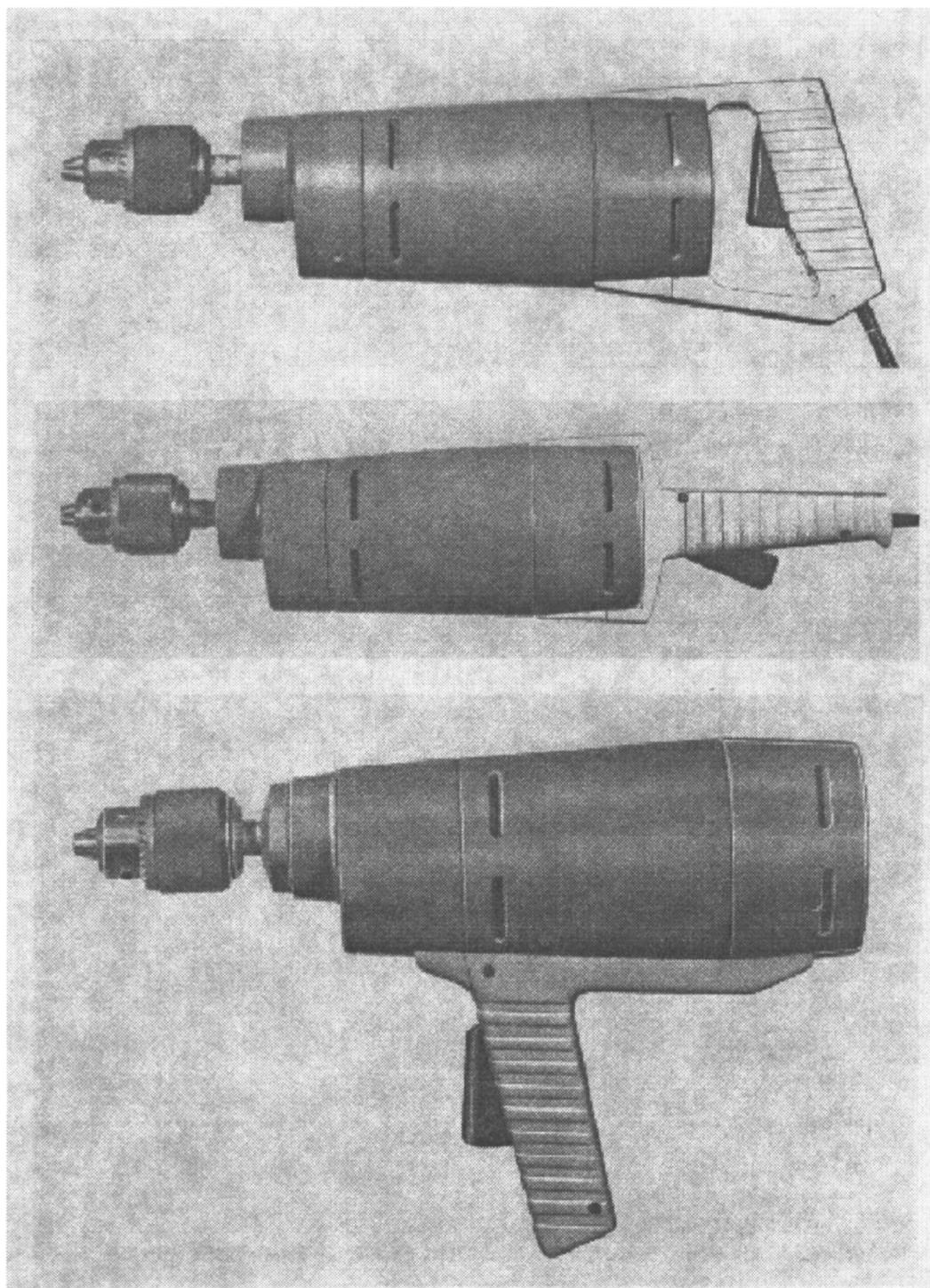
Una valoración de un caso concreto o de un problema específico de diseño depende lógicamente de las otras variables involucradas, es decir, del objeto y sujeto concreto a valorar. Al formular una situación concreta se debe considerar: qué debe ser valorado, quién valora y para quién debe ser valorado y analizado. El

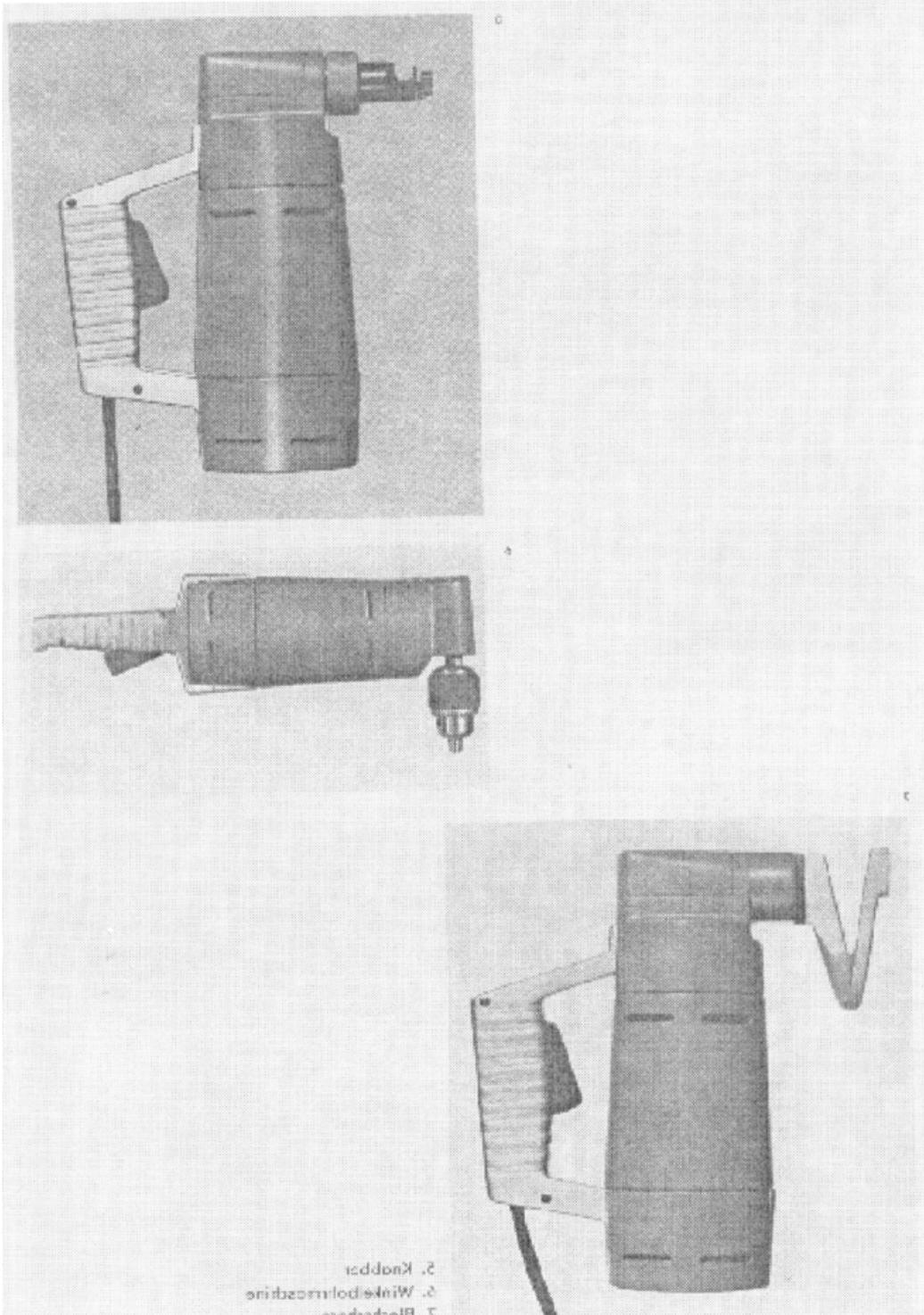
ejercicio representado a lo largo de este escrito son propuestas generales que sirven como herramienta para una aplicación concreta del punto de vista de la teoría de sistemas. Una estimación de las posibles soluciones solo puede ser indagada en asocio con condiciones específicas, particularmente con los requerimientos del usuario, del constructor del medio ambiente, etc. Dado que la teoría de sistemas se ocupa con problemas generales o con tipos de problemas, se puede sostener que las soluciones generales desarrolladas desde un punto de vista teórico-sistémico, sirven en casos concretos como herramienta y método, así como de marco teórico. Por este motivo es el objetivo aquí propuesto, indicarle al diseñador de productos una forma de proceder sistemáticamente en el momento de encontrarse frente a problemas complejos de diseño. De allí, un análisis sistemático y funcional debe ser interpretado como un instrumento para el diseño industrial; en donde los problemas planteados en el desarrollo de productos puedan ser formulados de manera diferenciada; permitiendo por una parte, llevar a cabo una valoración explícita de las variables comprometidas y, por otra, poder desarrollar alternativas y soluciones funcionales equivalentes.

## Análisis y desarrollo funcional de un producto

(Ejemplo tomado de Begenau, S.H.;  
*Funktion, Form, Qualität*)







## Bibliografía

- Baeker, Dirk. 1993. Probleme der Form, Frankfurt.
- Begenau, S.H. 1967. Funktion, Form, Qualität, Berlin.
- Badawy, Ahmed. 1989. Systematische Grundlagen und die Anwendung im Industrial-Design, BUGW, Wuppertal.
- Bertalanffy, Ludwig. 1976. Teoría general de los sistemas. México. Fondo de cultura económica.
- Burckardt, J./Fisher, G. 1981. Verarbeitung der Lebensmittel in Großküchen, Kantine, Kasino, Mensa, Paderborn x
- Cramer, Friedrich. 1989. Chaos und Ordnung, Stuttgart.
- Daenzer, W. 1977. Systems Engineering, Leitfaden zur methodischen Durchführung, Zürich.
- Fuchs, H. 1969. Systemtheorie und Organisation, Wiesbaden.
- Gugelot, H. 1984. System-Design: Bahnbrecher Hans Gugelot, München.
- Hubka, V. 1984. Theorie technischer Systeme, Berlin.
- Küppers, Bernd. 1987. Ordnung aus dem Chaos, München.
- Luhmann, N. 1984. Soziale Systeme, Frankfurt.
- Maturana Humberto/Várela, F. 1987. Der Baum der Erkenntnis, die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens, München.
- Maser, Siegfried. 1982. Einführung in die Gestaltungstheorie, Vorlesungsmanuskript, Wuppertal.
- Pahl, G./Beitz, W. 1986. Konstruktionslehre, Handbuch für Studium und Praxis, Berlin.
- Pieper, G. 1981. Großküchen, Planung-Entwurf-Einrichtung, Berlin.
- Schmidt, Siegfried. 1996. Formdiskurs: Über die Unvermeidbarkeit von Gestaltung, Frankfurt.
- Spencer Brown, G. 1970. Laws of Form, New York.
- Tjalve, E. 1978. Systematische Formgebung für Industrieprodukte, Düsseldorf.
- Wiener, Norbert. 1985. Cibernética: o el control y comunicación en animales y maquinas, Barcelona.