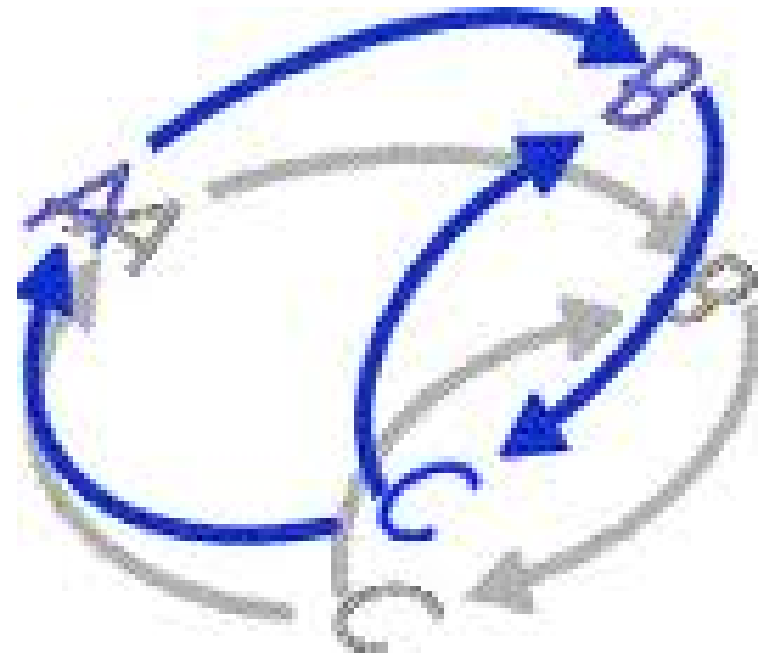


# DINAMICA DE SISTEMAS



## Sistemas

Un sistema es: \_\_\_\_\_ que interactúan para funcionar \_\_\_\_\_

Podemos resumir en dos frases:

**“El todo supera la suma de las partes”**

**“Todo está conectado con todo”**

La interacciones en el mundo real no son simples, lo cual hace difícil su detección para la gente común no entrenada. Es aquí donde nace la idea de enseñar la disciplina Pensamiento Sistémico.

## Concepto de sistemas

Un sistema lo entendemos como una unidad cuyos elementos interaccionan juntos, ya que continuamente se afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común.

Es algo que se percibe como una identidad que lo distinguen de lo que lo rodea, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes.

Javier Aracil y Francisco Gordillo, 1997: Dinámica de Sistemas

## Concepto de sistemas

Elementos que se “aglomeran” porque se afectan recíprocamente a lo largo del tiempo y operan con un propósito común.

El verbo griego sunislánai : “causar una reunión”.

La estructura de un sistema incluye la percepción unificadora del observador.

Ejm los organismos vivientes (incluidos los cuerpos humanos), la atmósfera, las enfermedades, los nichos ecológicos, las fábricas, etc.

Usted y su centro de estudios son elementos de muchos sistemas diferentes.

Senge Peter,1998:La quinta disciplina en la práctica

# DINAMICA DE SISTEMAS

## Historia de la dinámica de sistemas

**Forrester**, ingeniero de sistemas del (MIT).

En los 50s desarrolló esta metodología.

La primera aplicación:

Análisis de la estructura de una empresa norteamericana, y el estudio de las oscilaciones causadas en las ventas de esta empresa. publicada como **Industrial Dynamics**.

En **1969** se publica la obra **Dinámica Urbana**.

En **1970**, aparece **El Modelo del Mundo**,

Estos trabajos y su discusión popularizaron la **Dinámica de Sistemas** a nivel mundial.

## Historia de la dinámica de sistemas

Forrester estableció un **paralelismo entre los sistemas dinámicos (o en evolución) y uno hidrodinámico.**

## Sistemas dinámicos

Un **sistema dinámico** es un sistema cuyo estado evoluciona con el tiempo. El comportamiento en dicho estado se puede caracterizar determinando:

Los **límites del sistema**, los **elementos** y sus **relaciones**; de esta forma se puede elaborar modelos que buscan representar la estructura del mismo sistema.

CONSIDERANDO::

Componentes que contribuyan a generar los modos de comportamiento, y luego se determina el espacio donde se llevará a cabo el estudio, omitiendo toda clase de aspectos irrelevantes

# Definición de dinámica de sistemas

## Primera definición:

Es una metodología de uso generalizado para modelar y estudiar el comportamiento de cualquier clase de sistemas y su comportamiento a través del tiempo con tal de que tenga características de existencias de retardos y bucles de realimentación.

**Martínez Silvio y Requena Alberto**

## Segunda definición:

Estudia las características de la información en la actividad industrial con el fin de demostrar como la estructura organizativa, la amplificación (de políticas) y las demoras (en las decisiones y acciones) interactúan e influyen en el éxito de la empresa.

**Forrester, Jay W**



## **Definición de dinámica de sistemas**

### **Tercera definición:**

Es un método en el cual se combina el análisis y la síntesis, suministrando un ejemplo concreto en la metodología sistémica. La dinámica de sistemas suministra un lenguaje que permite expresar relaciones que se producen en el seno de un sistema, y explicar como se genera su comportamiento.

**Aracil Javier y Gordillo Francisco**

# Características de los sistemas dinámicos

Las características esenciales de los sistemas dinámicos se pueden resumir en los siguientes aspectos:

1. Estructura
2. Dinámica
3. Circularidad
4. Espacio
5. Tiempo
6. Apalancamiento

# Características de los sistemas dinámicos

1. **Estructura.** De acuerdo a Forrester Jay, creador de la dinámica de sistemas, lo más importante en un sistema es su estructura y no sus componentes.

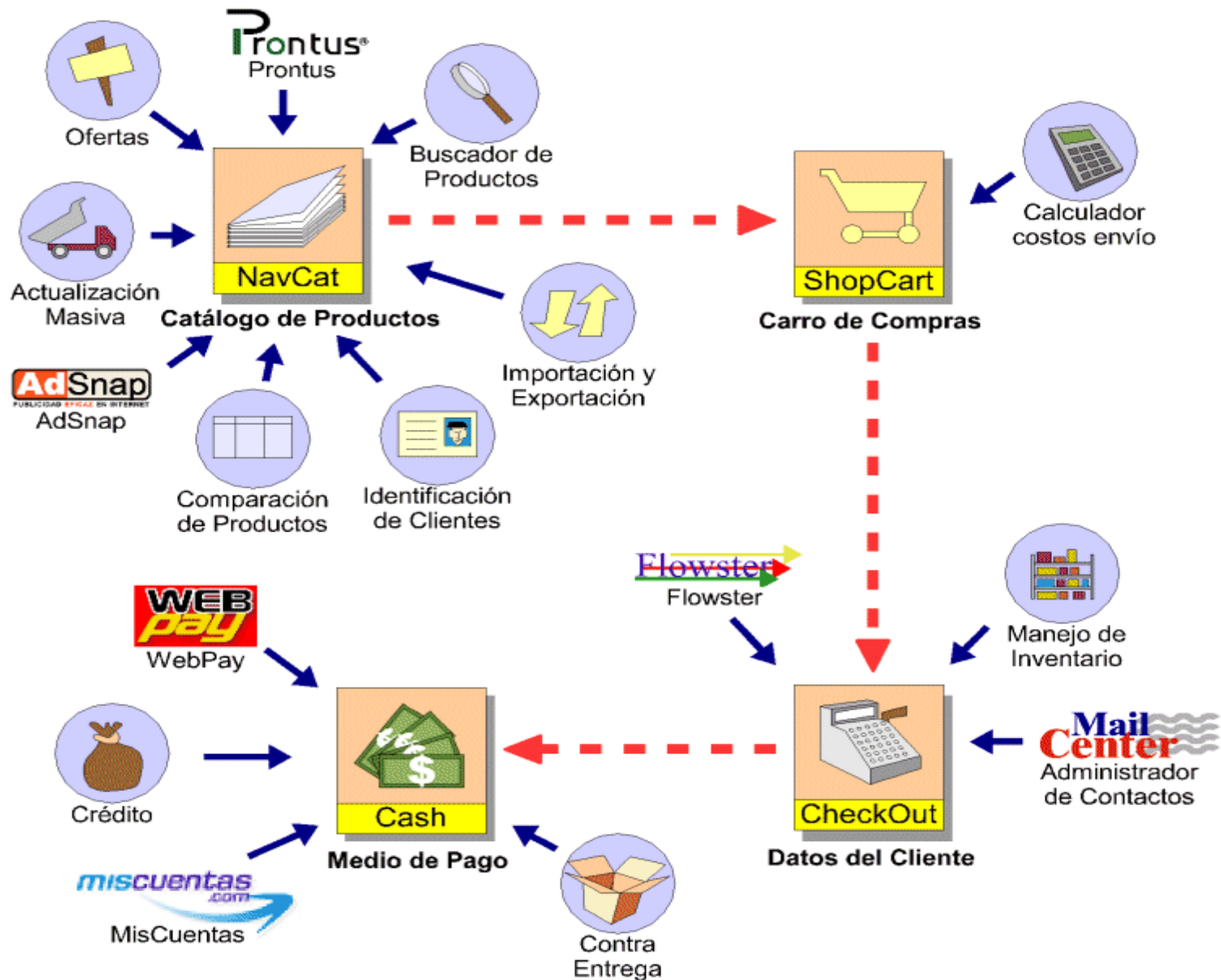


Su estructura

Comportamiento.

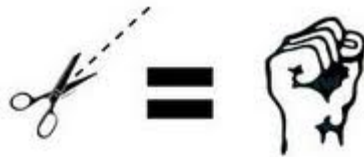
Conexión de las partes.





# Características de los sistemas dinámicos

**La aproximación tradicional** a la resolución de un problema, lo separa en partes y resuelve cada una de ellas por separado.



**En la resolución sistémica**, en cambio, se buscan las interconexiones entre las partes del problema y se resuelve como un conjunto.



2. **Dinámica.** El nombre hace referencia a la evolución en función del tiempo. No solo interesa una fotografía de la situación sino la película del desarrollo de la misma, con la cual se puede predecir el futuro.

Los sistemas dinámicos se encuentran alrededor nuestro, formando parte de sistemas dinámicamente complejos.

Ejemplo la persona **P**: Menciones 4 Subsistemas relacionado a **P**

Subsistemas dinámicos 1 \_\_\_\_\_

Subsistemas dinámicos 2 \_\_\_\_\_

Subsistemas dinámicos 3 \_\_\_\_\_

Subsistemas dinámicos 4 \_\_\_\_\_

## Características de los sistemas dinámicos

- 3. Circularidad.** Supongamos que se están estudiando los factores que inciden en el comportamiento de una determinada variable.

La aproximación tradicional origina ecuaciones que relacionan la variable en estudio, dependiente, con cada uno de estos factores o variables independientes.

*En este enfoque, la causalidad es lineal, fluye desde los factores hacia la variable en estudio.*

## Características de los sistemas dinámicos

En el Pensamiento sistémico una variable puede ser a la vez causa y efecto de otra.

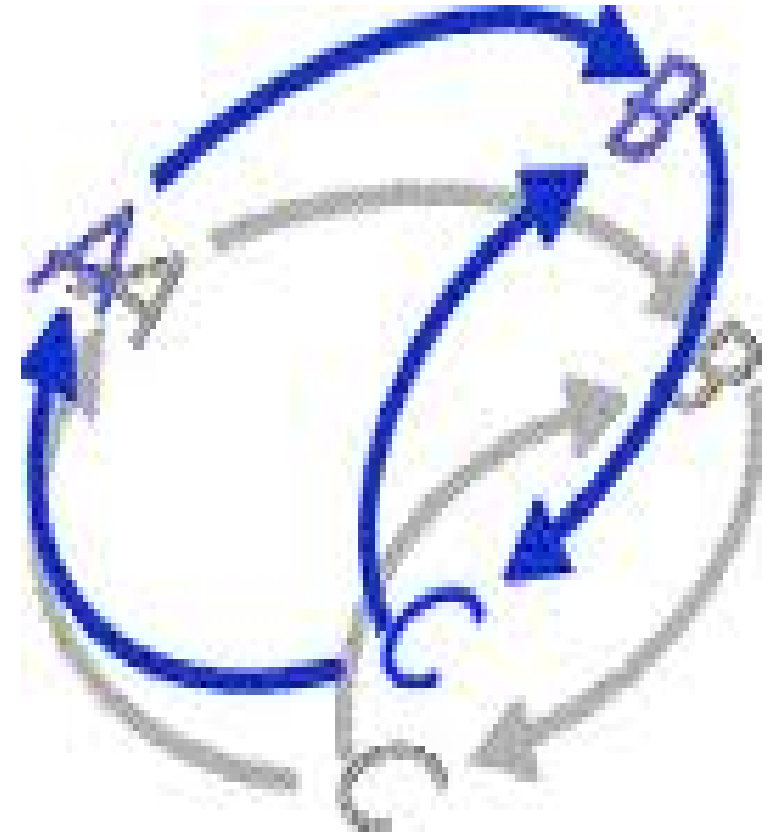
Técnicamente se denominan lazos de realimentación.

**Por ejemplo:**

**Realizar la conexión circular de**

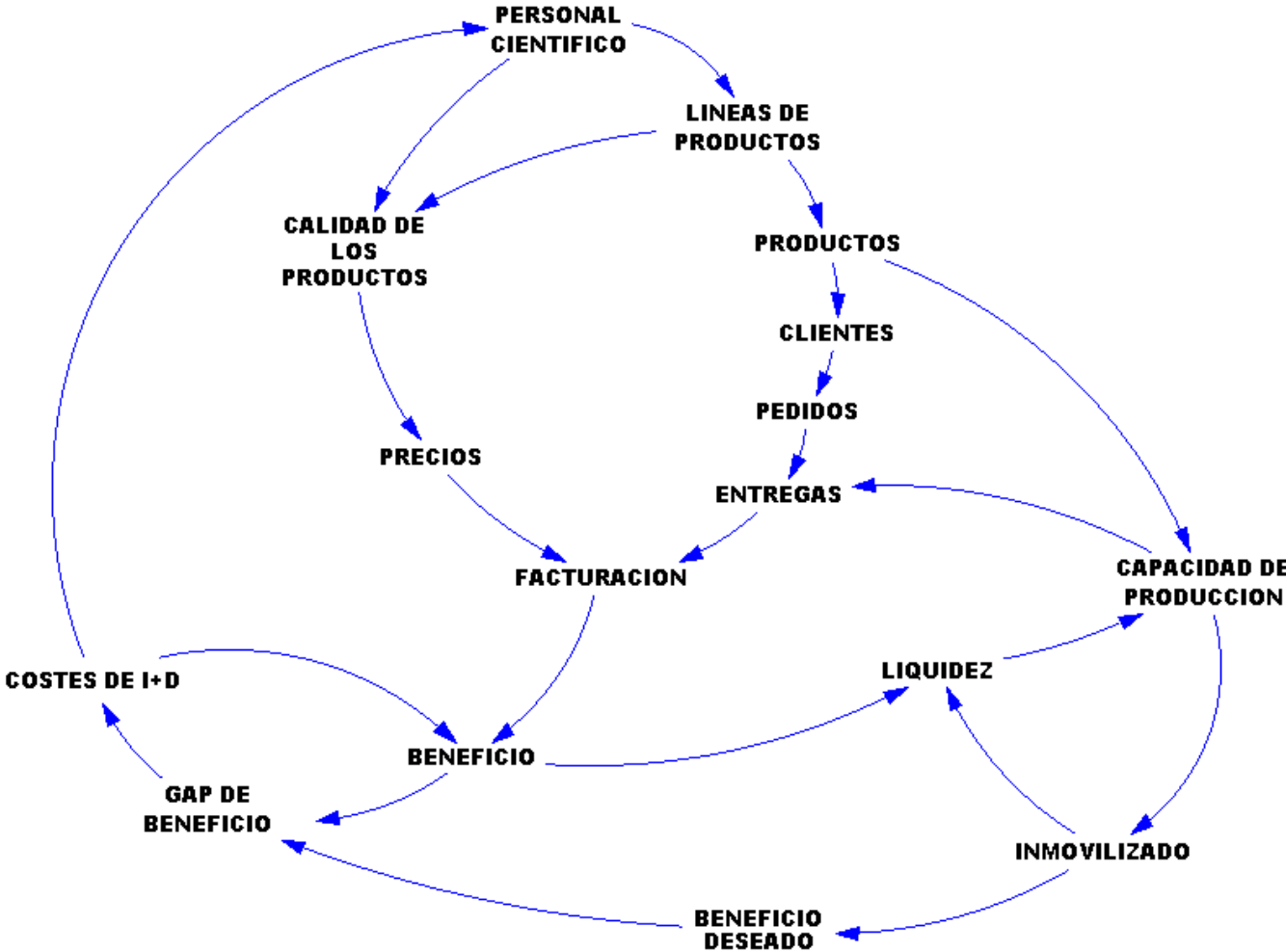
vista – cerebro – piernas –  
cerebro

Acción de Caminar.





# MODELO DE EMPRESA INNOVADORA



## Características de los sistemas dinámicos

4. **Espacio.** Las realimentaciones circulares suelen estar distanciadas en el espacio, pero en general buscamos los efectos en la cercanías del evento que las produce. Cuesta percibir como parte de nuestro sistema lo que está alejado.

### Ejemplo:

OZONO

DEBILITAMIENTO.

GENTE DEL SUR

GENTE DEL NORTE

USO DE SPRAY

CAMBIO CLIMATICO



## Características de los sistemas dinámicos

**5. Tiempo.** Las realimentaciones circulares suelen estar distanciadas en el tiempo (demoras) y por lo tanto las consecuencias de nuestros actos no se perciben de inmediato. Si el efecto no se aprecia en días, semanas o años, probablemente no lo tengamos en cuenta.

### Ejemplo:

**5. Apalancamiento.** Una propiedad de los sistemas es que actuando en determinados puntos llamados de apalancamiento, se puede producir un efecto que es el de la acción sola. Una pequeña acción puede generar un gran resultado positivo, lo cual es de interés para poder controlar al sistema. Sin embargo estos puntos no son obvios en general.

### Ejemplo:

## Aspectos del pensamiento sistémico

- ❑ En su nivel más amplio, el pensamiento sistémico abarca una amplia y heterogénea variedad de métodos, herramientas y principios, todos orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común.
- ❑ Hay una forma del pensamiento sistémico que se ha vuelto sumamente valiosa como idioma para describir el logro de un cambio fructífero en las organizaciones. Esta forma se llama “dinámica de sistemas”.
- ❑ Los métodos y herramientas que se describirán (eslabones, ciclos, arquetipos, modelación), tienen sus raíces en la dinámica de sistemas, que permite comprender que los procesos complejos de realimentación pueden generar conductas problemáticas dentro de las organizaciones y los sistemas humanos en gran escala.

## Estructura sistémica

Algunos piensan que la “estructura” de una organización es el organigrama.

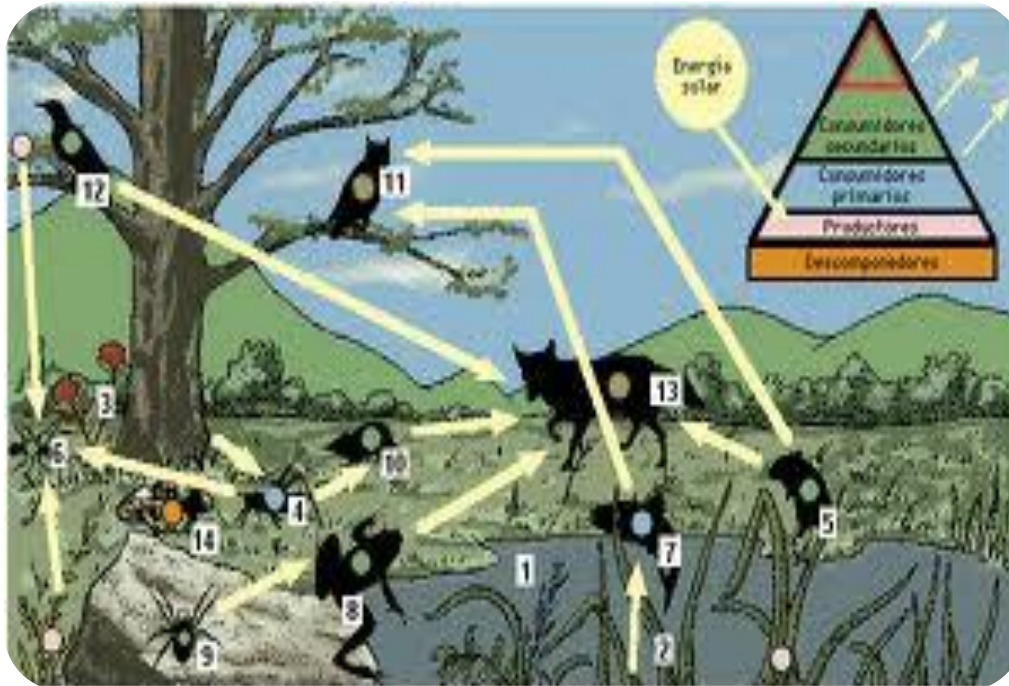
Otros piensan que “estructura” alude al diseño del flujo de trabajo y los procesos empresariales.

En el pensamiento sistémico la "estructura" sería: la configuración de \_\_\_\_\_ entre los componentes claves del sistema.

## Pensamiento sistémico – Dinámica de sistemas

El pensamiento sistémico es aprender a pensar en términos de sistema dinámico en lugar de hacerlo como eventos aislados.

Las personas tienen en general dificultades para pensar sistémicamente. La dinámica de sistemas se propone ayudar al pensamiento sistémico con la elaboración de modelos y la validación de los mismos con la computadora.



# El Modelo

De acuerdo a las herramientas que se utilizan, una clasificación de los modelos físicos daría como resultado:

### **Modelos icónicos**

Es una reproducción a escala del objeto real y sus propiedades relevantes. El modelo muestra la misma figura, proporciones y características que el objeto original.

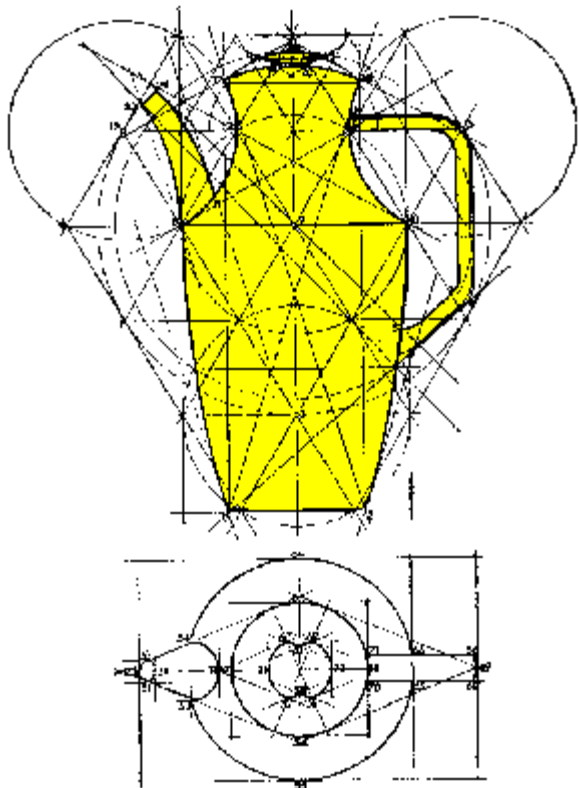
### **Modelos análogos**

Es un modelo con apariencia física distinta al original, pero con comportamiento representativo. El modelo analógico no es una reproducción detallada de todas las cualidades del sistema real, sino que refleja solamente la estructura de relaciones y determinadas propiedades fundamentales de la realidad.

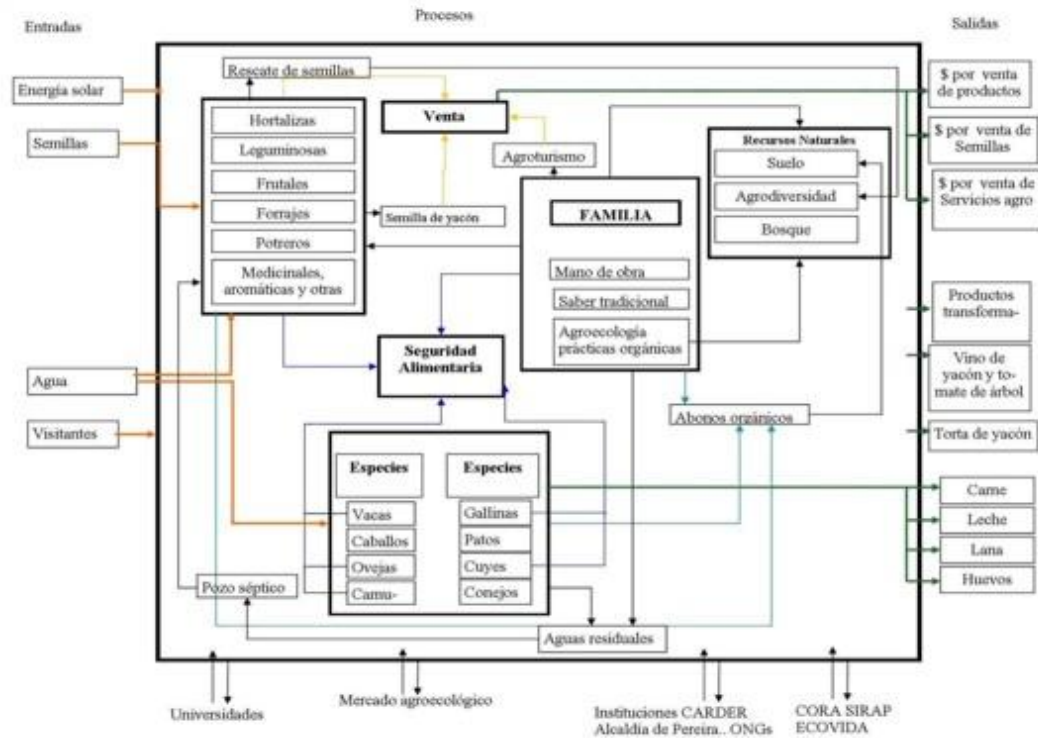
### **Modelos simbólicos**

Reproducen sistemas o entidades mediante el uso de símbolos para representar los objetos físicos.





**MODELO ICONICO**



**MODELO ANALOGICO**

Los modelos simbólicos, dentro de los cuales se encuentran los modelos de simulación, se clasifican a su vez en:

### **1. Modelos determinísticos**

En estos modelos, los valores de las variables no se ven afectados por variaciones aleatorias y se conocen con exactitud.

Un ejemplo es el modelo de inventarios conocido como *lote económico*.

### **2. Modelos estocásticos o probabilísticos**

Los valores de las variables dentro de un modelo estocástico sufren modificaciones aleatorias con respecto a un valor promedio; dichas variaciones pueden ser manejadas mediante distribuciones de probabilidad.

### **3. Modelos dinámicos**

La característica de estos modelos es el cambio que presentan las variables en función del tiempo; son ejemplo de éstos los modelos de series de tiempo, pronósticos y programación dinámica.

### **4. Modelos estáticos**

En este tipo de modelos no se maneja la variable tiempo, esto es, representan a un sistema en un punto particular del tiempo; son ejemplo los modelos de programación lineal.

### **5. Modelos continuos**

Son modelos en los que las variables pueden tomar valores reales y manejarse mediante las técnicas de optimización clásica. Son ejemplos los modelos para el estudio de fluidos, intercambio de calor, etc.

### **6. Modelos discretos**

Las variables del sistema toman valores sólo en el rango de números enteros. Por ejemplo, los modelos que representen la producción de piezas en una empresa metal-mecánica.

## Características de un modelo

La siguiente lista muestra las características principales que debe tener todo modelo:

- Confiabilidad.
- Sencillez.
- Bajo costo de desarrollo y operación.
- Manejabilidad.
- De fácil entendimiento, tanto el modelo como los resultados.
- La relación costo-beneficio debe ser positiva.

# Sistemas dinámicos discretos – Sistemas dinámicos continuos



Sistema dinámico  
discreto



Sistemas dinámico  
continuo

## Modelo mental

Un **modelo mental** es un mecanismo del pensamiento mediante el cual un ser humano, u otro animal, intenta explicar como funciona el mundo real. Es un tipo de símbolo interno o representación de la realidad externa, hipotética que juega un papel importante en la cognición.

No es posible emplear un enfoque racional sin este proceso, seamos o no conscientes de él. Cuando hablamos de fútbol, no tenemos una pelota de fútbol en la cabeza (aunque a veces parezca), sino un modelo mental del juego.

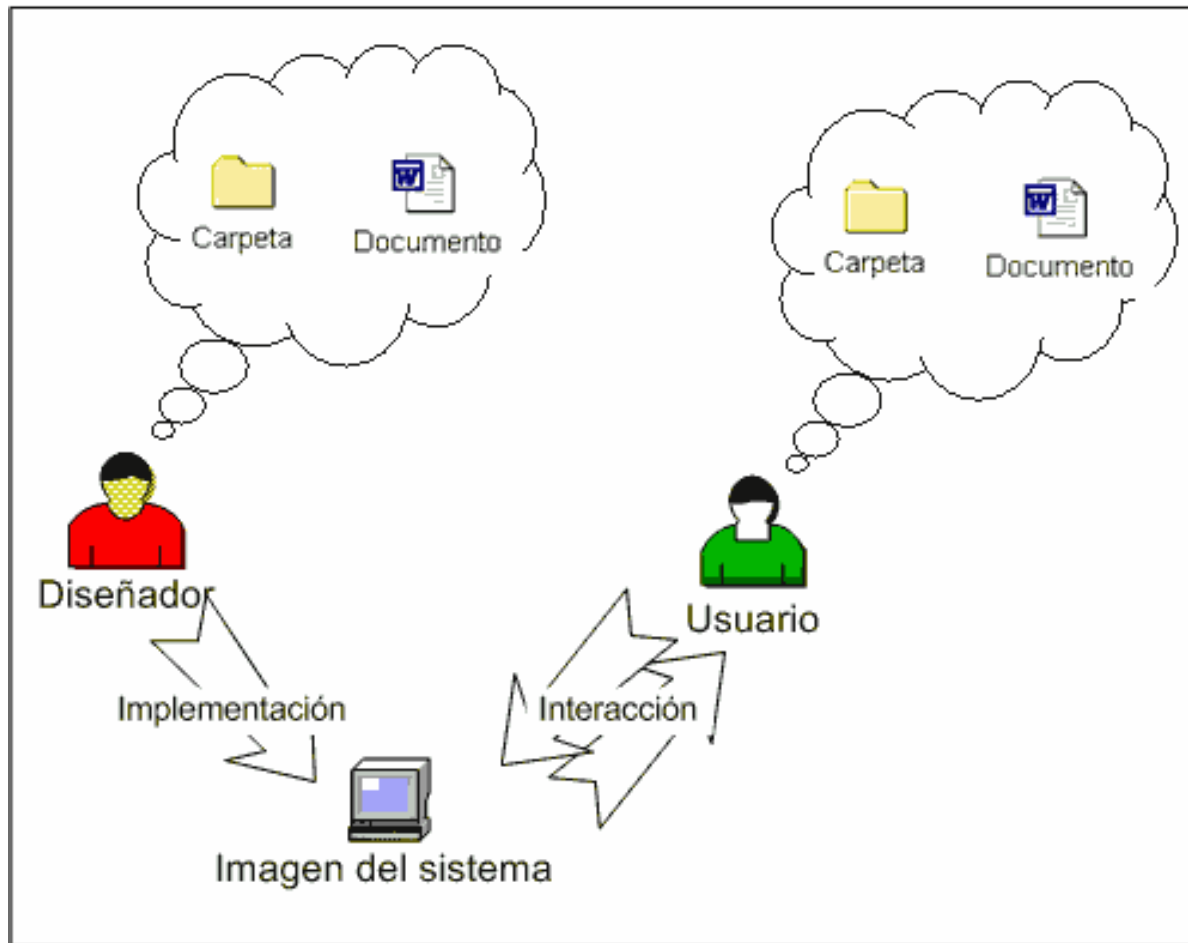
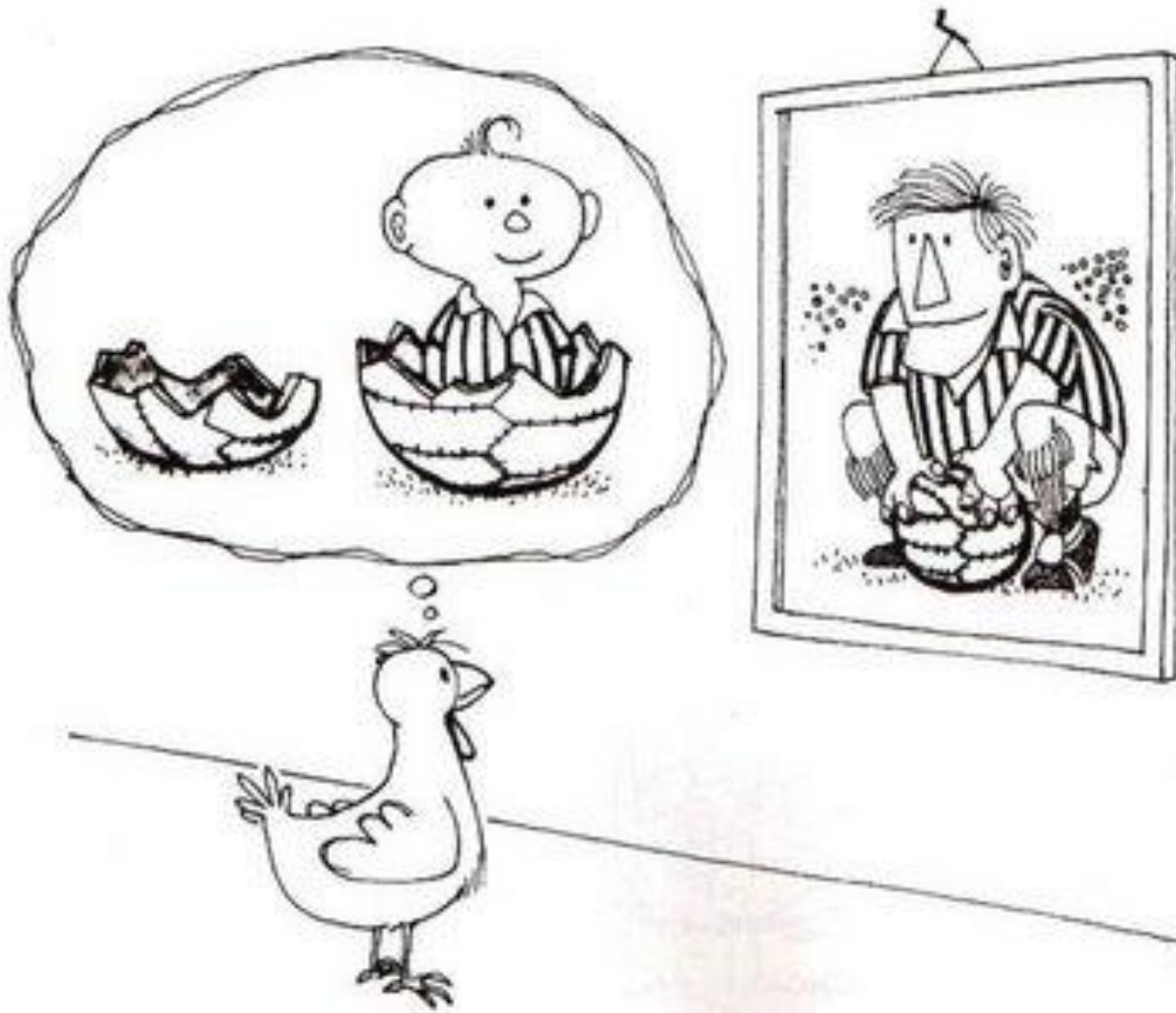
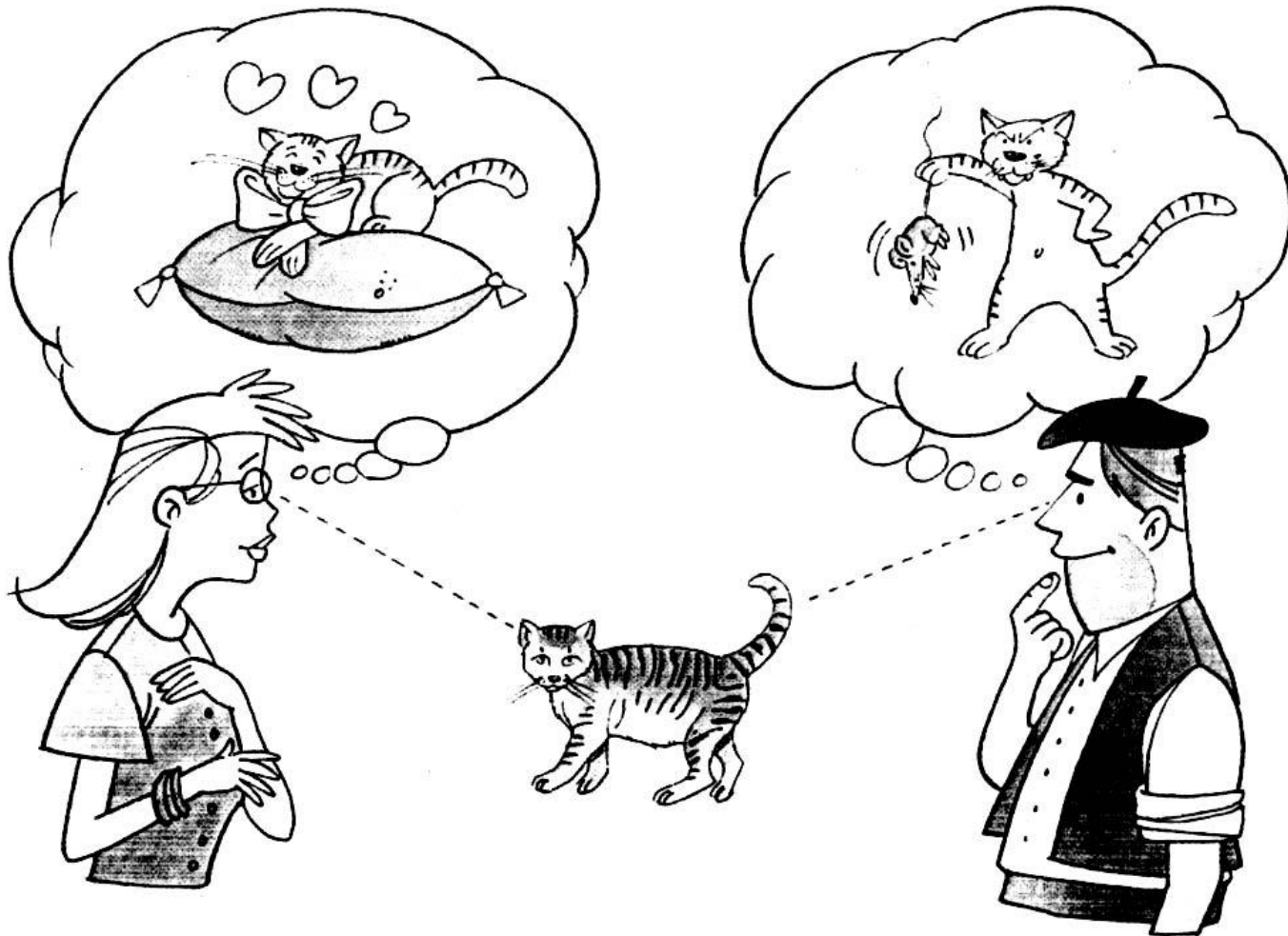


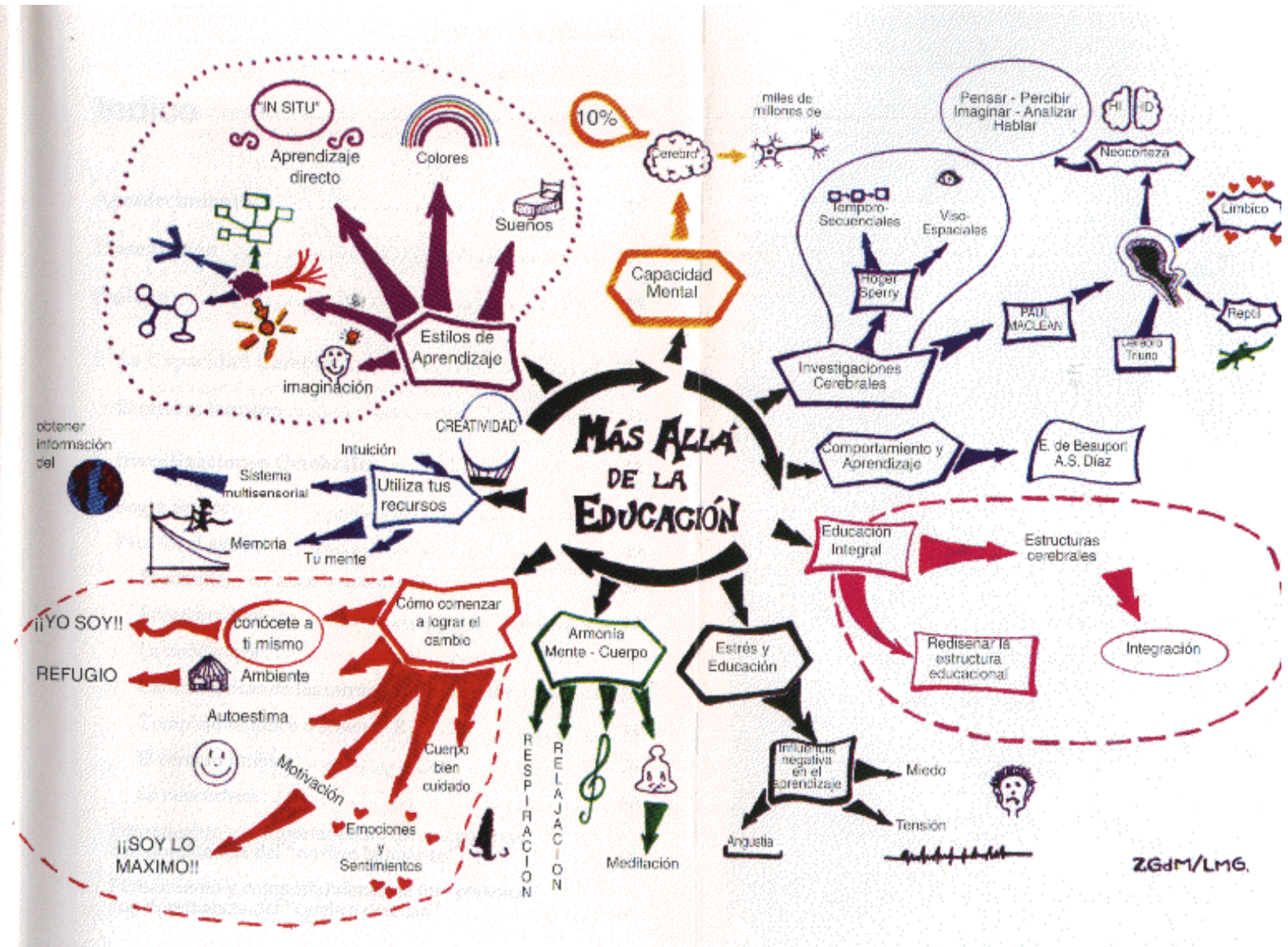
Figura 1: modelo mental del usuario, modelo conceptual del diseñador e imagen del sistema, según Donald Norman.

**Modelo mental del usuario, modelo conceptual del diseñador e imagen del sistema**









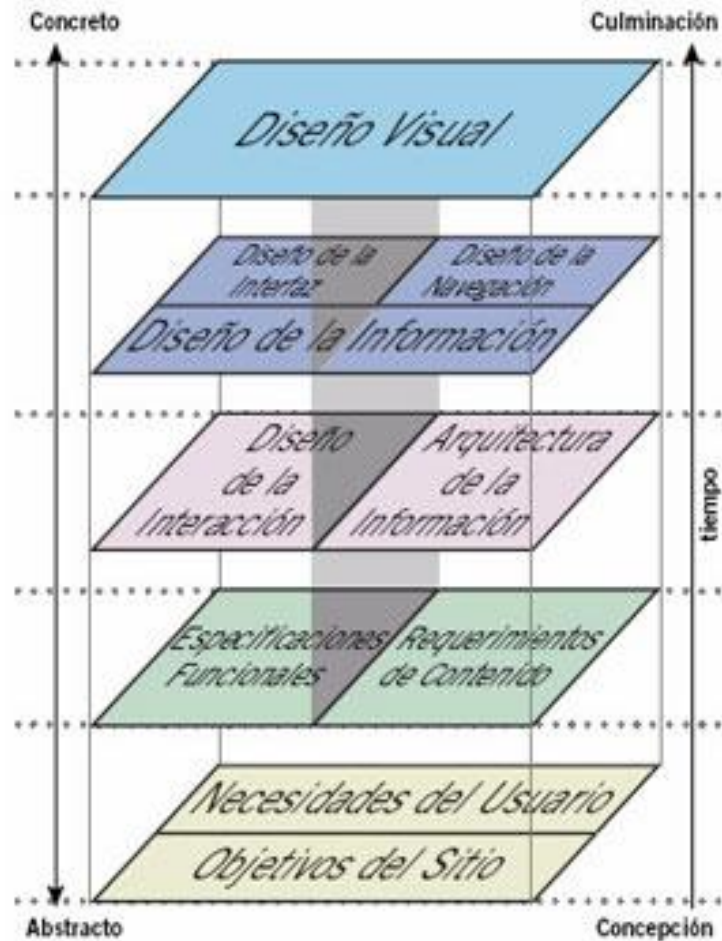


Gráfico: Los elementos de la experiencia de usuario.

Autor: James Garrett

## Tipos de modelos a utilizar en sistemas dinámicos

- ❑ Modelos cualitativos de lazo cerrado: causal loop diagram (CLD)
- ❑ Modelos cuantitativos de nivel de flujo: stock flow diagram (SFD)

Los modelos se suelen crear como un acordeón, primero se crea un modelo pequeño, con pocos elementos, que se van armando y perfeccionando, luego en una fase posterior, se suprimen aquellos elementos que no intervienen decisivamente en el problema.

**El tamaño final del modelo ha de ser tal que podamos explicar sus aspectos esenciales en 10 minutos.**

# DIAGRAMAS CAUSALES

ING. YIM APESTEGUI FLORENTINO