



Universidad  
del Cauca



ISO 9001:2015 SC-CER 450832



IQNet: CO- SC-CER450832

Una Acreditación con  
**Rostro Humano**



# Diagramas de Forrester



Universidad  
del Cauca

Prof: Pablo H. Ruiz

Unicauca

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

- Los Diagramas de Forrester son también denominados **Diagramas de Flujos** son los diagramas característicos de **la Dinámica de Sistemas**.
- Es una forma de representar la estructura de un sistema con información **más detallada de la que se emplea en un Diagrama Causal**.
- Vienen a ser una **traducción del Diagrama Causal** a una terminología que permite la **escritura de las ecuaciones en un computador** para así poder validar el modelo, observar la evolución temporal de las variables y hacer análisis de sensibilidad.

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

- Los diagramas de Forrester son **herramientas específicas** de modelado de la dinámica de sistemas (DS),
- Permiten observar al sistema como un **"todo", empleando normalmente el computador para simulación.**
- El **estado de los Niveles es fundamental** para comprender la conducta de un sistema; los Flujos son las causas que los hacen cambiar.
- **La definición de los Niveles y los Flujos es el primer paso para la construcción de un modelo de simulación** porque ayudan a definir los tipos de las otras variables que son importantes causas de la conducta observada.

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

- El **estado de los Niveles es fundamental** para comprender la conducta de un sistema; **los Flujos son las causas que los hacen cambiar.**
- La **definición de los Niveles y los Flujos** es el primer paso para la construcción de un modelo de simulación porque ayudan a definir los **tipos de las otras variables** que son importantes causas de la conducta observada.



# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

Para convertir un **diagrama causal** a uno de Forrester **no hay reglas precisas** de como hacer esta transformación, pero si hay alguna forma de abordar este proceso.

Pasos a seguir:

1. Hacer una fotografía mental al sistema y lo que salga en ella ( personas, litros, animales, ...) eso **son Niveles**.
2. Buscar o crear unos elementos que sean "**la variación de los Niveles**", (personas/día, litros/hora, ...) y esos son **los Flujos**.
3. El resto de elementos son las **Variables Auxiliares**

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

Los diagramas de Forrester son la **modelación en forma grafica de la relación que existe entre 3 diferentes Variables**

Los distintos elementos que constituyen el diagrama causal pueden ser representados por **medio de variables**, las cuales se clasifican en:

- a) Variables de nivel
- b) Variables de flujo
- c) Variables auxiliares

# DIAGRAMAS DE FORRESTER

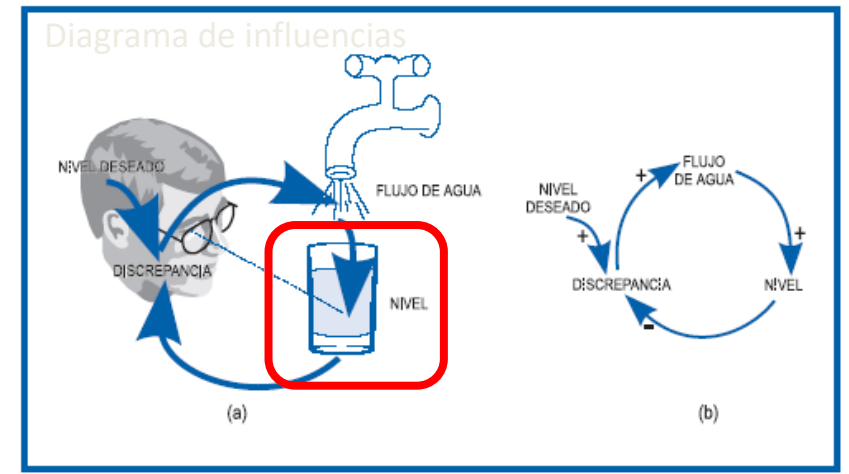
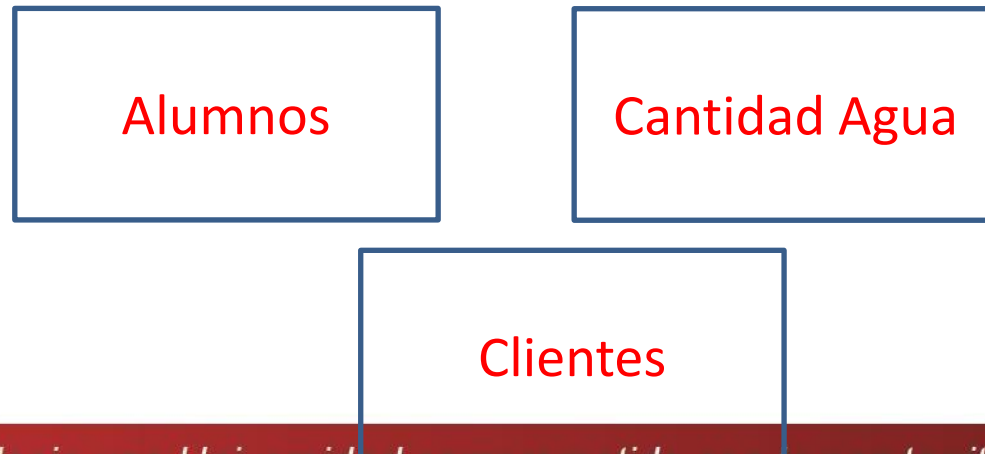


Universidad  
del Cauca

## Variables de Nivel

Son variables de **estado que representan acumulaciones** y cuya evolución es significativa, con tendencias observables y medibles. **Ejemplo:** cantidad de autos en un cruce de avenidas, cantidad de clientes en un supermercado, cantidad de contaminación de una ciudad; etc.

### Niveles en diagramas de Forrester





# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Variables de Nivel

- La variable de nivel al evolucionar en el tiempo **alcanza lo que se conoce con nombre de niveles**, o estados del sistema y se representan **por rectángulos**.
- La elección de los elementos que se representan por niveles depende del problema específico que se este considerando,
- Una característica común a todos los niveles es que **cambian lentamente en respuesta a variaciones de otras variables**.
- A cada nivel se le puede asociar un flujo de **entrada (FE) y un flujo de salida (FS)** de tal forma que es factible determinarla. El objetivo de este modelo es poder predecir los estados que guarda un sistema al cambiar en el tiempo.

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Variables de Flujo

- **Determinan los cambios en las variables de nivel** en el sistema.
- Las variables de flujo **caracterizan las acciones** que se toman en el sistema, las cuales quedan acumuladas en los correspondientes niveles.
- Debido a su naturaleza se trata de variables que no son medibles en si, sino que **se mide por los efectos que se producen en las variables de nivel** de tal forma que las variables de nivel se asocian con ecuaciones que definen el comportamiento del sistema.

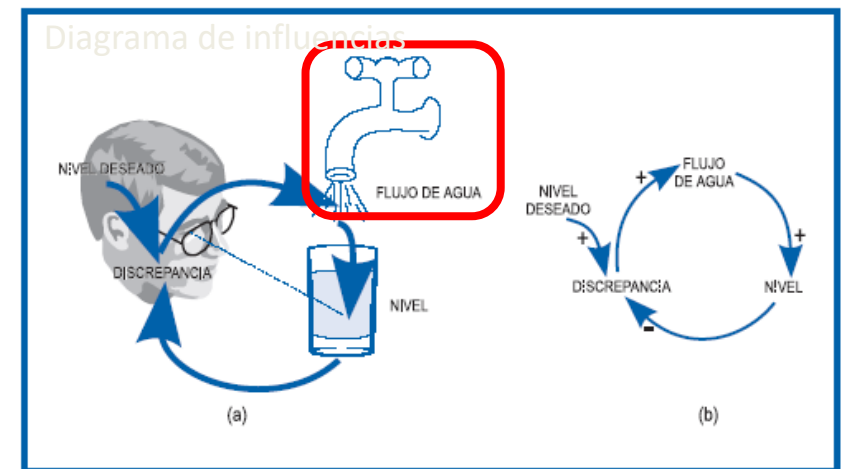
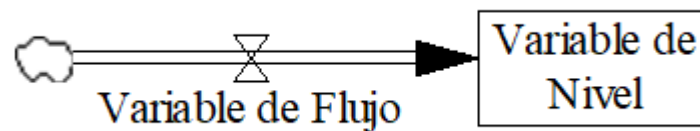
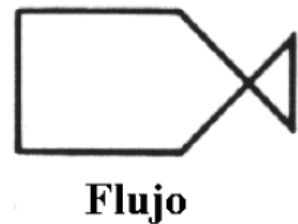
# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Variables de Flujo

- **Representan acciones que se toman sobre el modelo** en forma de variaciones que afectan los niveles
- Convierten flujos de información en flujos materiales.
- **Todo Nivel tiene al menos una variable** de flujo asociada.



# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Variables Auxiliares

- Las variables auxiliares **unen los canales de información entre las de nivel y de flujo**, aunque en realidad son parte de las variables de flujo.
- Se distinguen de las variables de flujo en la medida en que su significado real es más explícito.

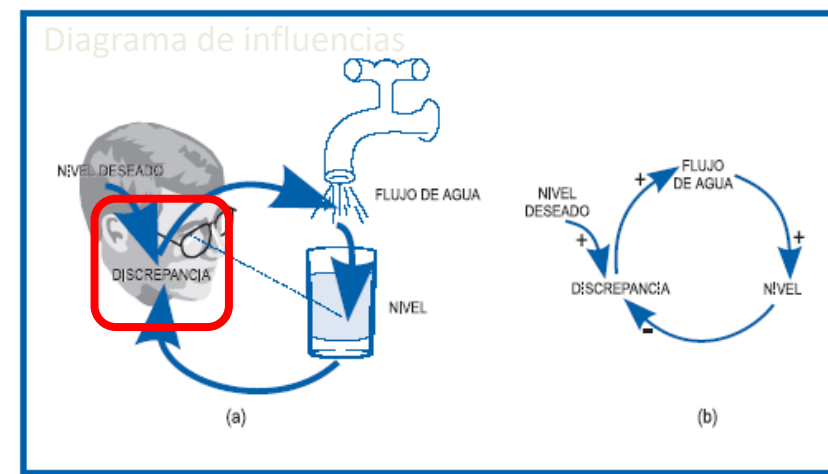
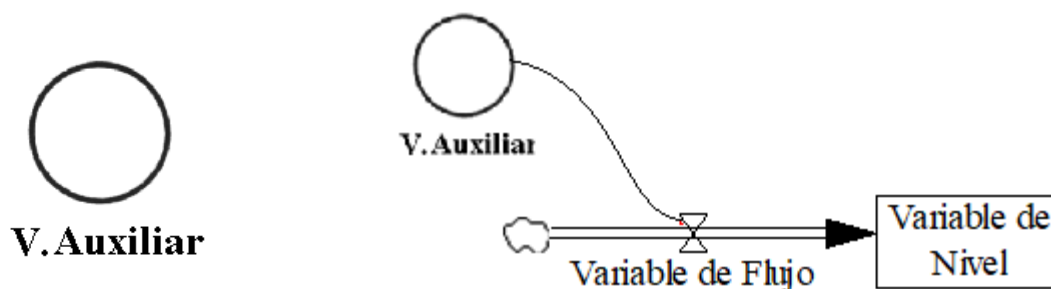
# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Variables Auxiliares

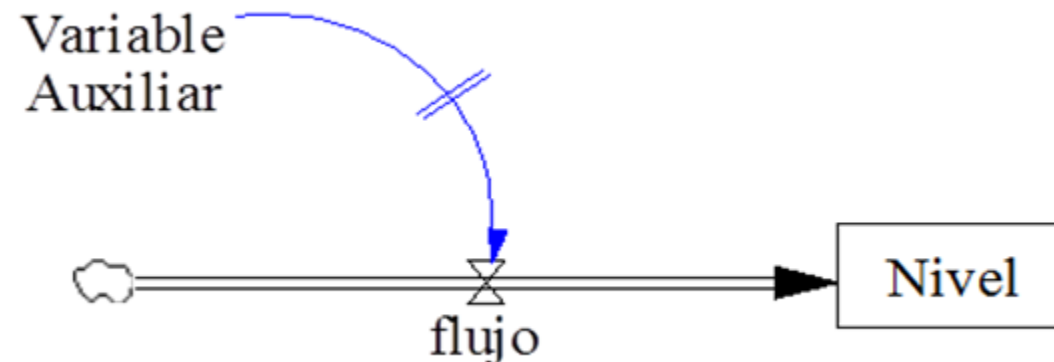
- Se consideran como visiones **instantáneas de los niveles** que por lo general no son acumulativas (son como una foto del nivel)
- Se incluyen efectos no lineales en el modelo, a través de **las tablas** (ordenados entre dos variables auxiliares).



# DIAGRAMAS DE FORRESTER

## Retardos

- Los "retardos" **simulan los retrasos** de tiempo en la transmisión de los materiales o de la información
- Por ejemplo en sistemas socioeconómicos es frecuente la existencia de retardos en la transmisión de la información y de los materiales y tienen gran importancia en el comportamiento del sistema





# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## OTROS ELEMENTOS IMPORTANTES

- **Variable constante:** representa un elemento en el modelo que no cambia a medida que el tiempo cambia.
- **Canal de material:** es un canal de transmisión de una magnitud física que se conserva, de tal manera que los niveles siempre acumulan flujos de materiales.
- **Canal de información:** Canal de transmisión de una cierta información y no es factible que esta se conserve.
- **Retraso:** es un elemento que simula retrasos en la transmisión de información o de materiales.
- **Variables exógenas:** son variables cuya evolución en el tiempo son independiente y del resto del sistema.

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Importante

- Los "Niveles" son elementos que nos muestran en cada **instante la situación del modelo**, presentan **una acumulación y varían solo en función de otros elementos denominados "flujos"**.
- Los "flujos" son elementos que pueden definirse **como funciones temporales**. Puede decirse que recogen las acciones resultantes de las decisiones tomadas en el sistema, **determinando las variaciones de los niveles**.
- Las "variables auxiliares" y las "constantes", son **parámetros que permiten una visualización mejor de los aspectos que condicionan el comportamiento de los flujos**. ej.: densidad, tasa de natalidad, etc

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## ELEMENTOS DE UN DIAGRAMA DE FORRESTER

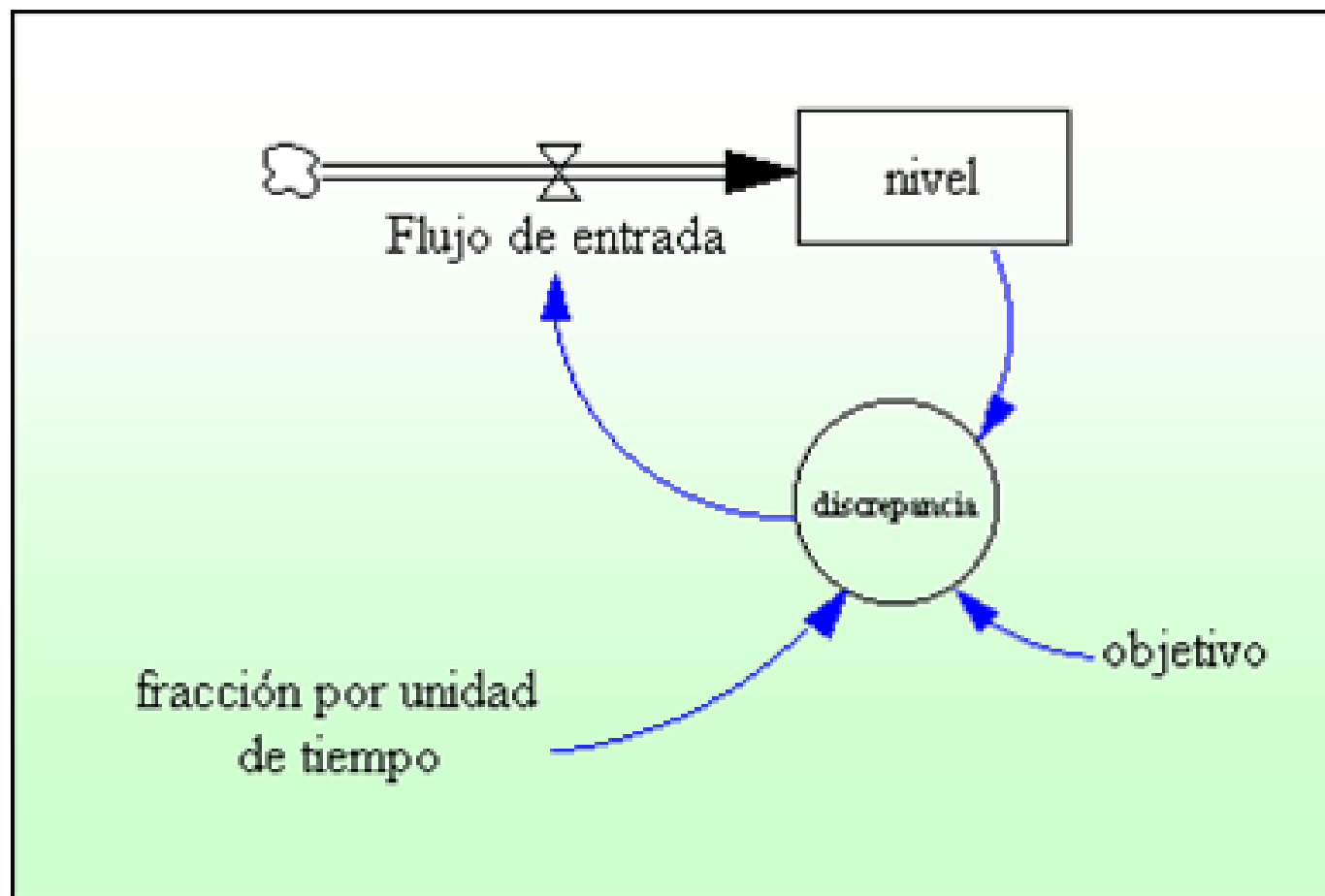
- Flujos
- Niveles
- Parámetros
- Variables Auxiliares
- Tablas
- Variables Exógenas
- Retardos
- Clones
- Variables de Valor Inicial
- SubModelos
- Información
- Sectores
- Nubes
- Sumideros

# DIAGRAMAS DE FORRESTER



Universidad  
del Cauca

## Representación



# CONSTRUCCION DE UN MODELO DE DINAMICA DE SISTEMAS

La metodología para construir un modelo en DS puede resumirse en varios pasos, que se suceden de forma iterativa hasta que se consiga el ajuste deseado:

## A) Conceptualización

- ☐ Descripción verbal del sistema.
- ☐ Identificación del sistema y sus partes
- ☐ Definición del problema
- ☐ Tiempo y Espacio
- ☐ Búsqueda de las relaciones causales y lazos de realimentación
- ☐ Construcción del diagrama causal

# CONSTRUCCION DE UN MODELO DE DINAMICA DE SISTEMAS



## B) Representación y formulación

- ☐ Construcción del DF
- ☐ Estructura de las ecuaciones del sistema

## C) Análisis y evaluación

- ☐ Análisis del modelo (comparación con el modelo de referencia y análisis de sensibilidad)
- ☐ Análisis de Sensibilidad
- ☐ Evaluación e implementación del sistema



# CONSTRUCCION DE UN MODELO DE DINAMICA DE SISTEMAS



Universidad  
del Cauca

## Desarrollo de un Modelo Dinámico DS

### Desarrollo de Software

ANÁLISIS

DISEÑO/  
IMPLEMENTA  
CION

IMPLANTACI  
ON

CONCEPTUALIZACION

REPRESENTACION Y  
FORMULACION

ANALISIS Y EVALUACION

### Herramientas DS

Diagrama  
Causal

Diagrama de  
Forrester

Simulacion

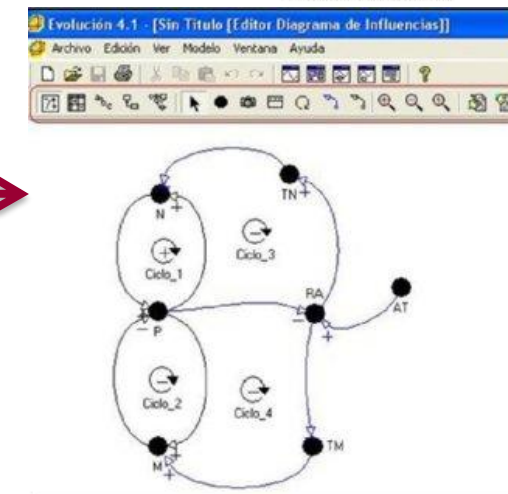
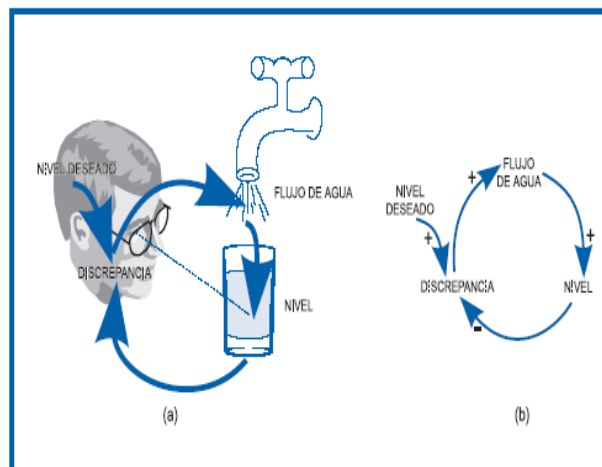
# CONSTRUCCION DE UN MODELO DE DINAMICA DE SISTEMAS



Universidad  
del Cauca

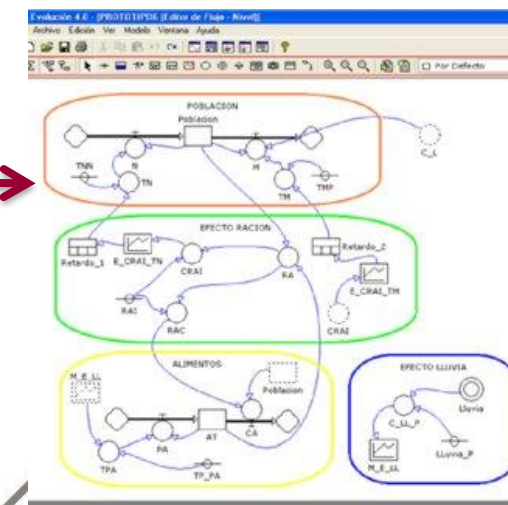
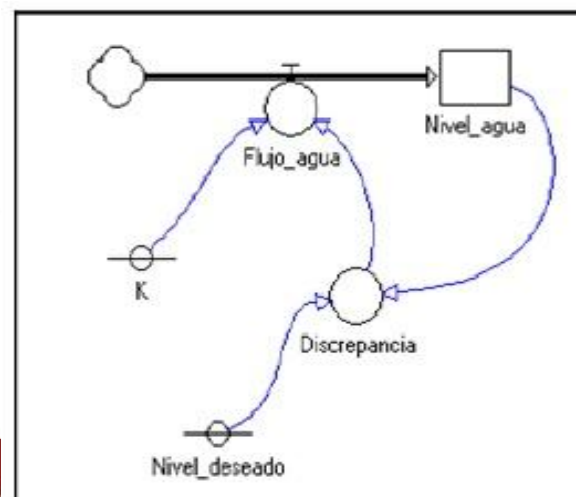
Conceptualización

Diagrama  
Causal



Representación y  
Formulación

Diagrama  
Forrester

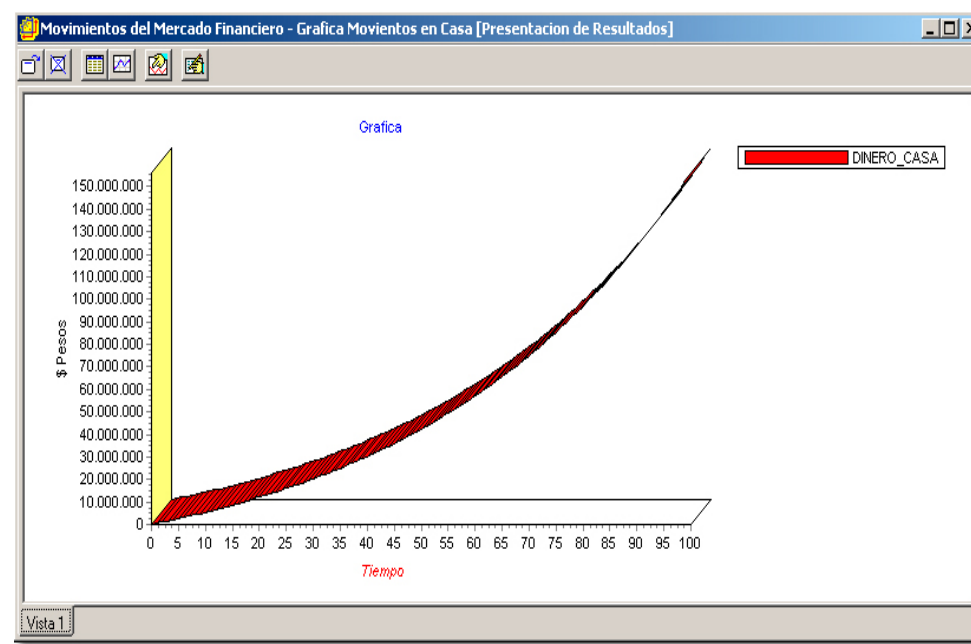


# CONSTRUCCION DE UN MODELO DE DINAMICA DE SISTEMAS



Universidad  
del Cauca

Análisis y Evaluación



¡Gracias por  
su atención!



Universidad  
del Cauca