

# **TRABAJO TEORIA DE SISTEMAS**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Lo habitual en una materia como Teoría de Sistemas es que el alumno siga el patrón tradicional: asistir a las clases, estudiar el contenido de manera gradual y realizar los ejercicios que indique el docente, generalmente en la secuencia más apropiada con respecto al programa. Esta práctica sugiere un enfoque diferente: se busca que el estudiante cambie de punto de vista y asuma, durante un período, una posición más activa, casi como si fuera el profesor. Esto significa no solo saber de qué se trata, sino también poder explicarlo de forma ordenada y clara.

Aparte, el estudiante tiene que formular un problema que sea consistente con el nivel y los contenidos estudiados a lo largo del curso. Luego, debe resolverlo de manera detallada y paso a paso, demostrando cómo se llega a la solución y qué significan los resultados. Básicamente, es una "clase invertida" en formato escrito: el estudiante aprende, enseña y evalúa simultáneamente por medio del documento.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

La teoría de sistemas y el pensamiento sistémico se basan en la noción de que muchos problemas son difíciles de comprender si se examinan por separado, ya que lo que verdaderamente define el comportamiento es cómo esas partes interactúan entre sí. Por lo tanto, en vez de concentrarse únicamente en causas lineales del tipo "A causa B", se enfoca en determinar qué es el sistema y qué es el entorno, dónde están los límites del análisis, qué entra y sale del sistema, y cómo las interacciones dan lugar a dinámicas que pueden resultar contrarias a la intuición.

La retroalimentación o feedback, que ocurre cuando el resultado de una acción tiene un impacto en la misma, las acumulaciones o "memoria" del sistema (como clientes, dinero, reputación o inventario, que no cambian de inmediato sino con retrasos) y los retardos (cuando las consecuencias de una decisión surgen posteriormente y pueden generar oscilaciones y sobre correcciones) son aspectos cruciales dentro de este enfoque. Asimismo, la Teoría de Sistemas sostiene que numerosos comportamientos del conjunto son emergentes; esto es, surgen por la estructura del sistema y no pueden deducirse al observar cada parte de forma independiente.

Basándose en este marco general, Forrester elabora la Dinámica de Sistemas como un método práctico para pasar de la descripción a la modelización y simulación del sistema. Su contribución principal es la utilización de diagramas de niveles y flujos, en los cuales los niveles simbolizan acumulaciones y los flujos las tasas que se incrementan o reducen con el tiempo. Se basan en variables auxiliares y parámetros que alteran dichos flujos, así como en conectores que evidencian dependencias de información. Este método se formaliza mediante ecuaciones de la forma "nivel = integral de entradas menos salidas, a partir de un valor inicial", lo cual exige que haya coherencia entre unidades y tiempo y posibilita realizar experimentos con escenarios hipotéticos sin intervenir directamente en la realidad.

### **3. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

Debido a las características de esta práctica, se determinan múltiples metas. Primeramente, desde la perspectiva del autor, se pretende pensar sobre las técnicas que pueden ser más beneficiosas en la Teoría de Sistemas y analizarlas con mayor profundidad, sin limitarse solamente a lo teórico. Además, se busca fortalecer el enfoque práctico considerando la complejidad que supone modelizar y analizar problemas. Asimismo, se propone como meta optimizar la capacidad de síntesis, o sea, adquirir la habilidad de organizar la información y expresar lo relevante con claridad.

Por otra parte, el documento también tiene metas orientadas al lector. Se busca que cualquier individuo, incluso aquellos sin conocimientos previos, pueda adquirir aprendizaje a partir del contenido. Con este propósito, se busca ilustrar el procedimiento para plantear un enunciado de problema en la Teoría de Sistemas, reconocer los conceptos esenciales que facilitan la elaboración de un modelo matemático a partir de datos, fomentar la capacidad de convertir un enunciado en un diagrama de flujos del tipo Forrester y, por último, adquirir la habilidad para analizar resultados y simulaciones con el fin de respaldar una toma de decisiones adecuada y bien fundamentada.

#### **4- METODOLOGIA**

Esta práctica implica realizar dos tareas fundamentales, que están interconectadas pero son bastante diferentes: en primer lugar, inventar un planteamiento de un problema de Teoría de Sistemas que sea plausible y posteriormente resolverlo. Debido a que la metodología para cada fase es distinta, se le asigna a cada proceso una sección particular. Para formular el enunciado, es esencial comprender bien las partes que se encuentran en cualquier sistema: los niveles o almacenes, que son los subsistemas a supervisar y controlar; los flujos, que establecen lo que entra y sale de esos almacenes (pueden ser de salida o de entrada, así como físicos o informativos) y son fundamentales para elaborar el modelo matemático. Las variables, que proporcionan circunstancias o eventos que modifican la conducta de los flujos y/o niveles, las cuales pueden ser estables o variar con el tiempo; y los sistemas auxiliares, que son componentes que afectan al sistema pero de los cuales no se dispone de datos suficientes o no es relevante supervisarlos directamente. Además, es importante monitorear la unidad temporal en que se presentan los datos, ya que el enunciado a menudo combina diferentes escalas (días, meses, años) y es necesario unificarlas para operar de manera adecuada. También se admite que

es posible que haya un margen de interpretación, aunque el objetivo es que los datos sean lo más claros y concisos posibles. Si hay ambigüedad, la persona que resuelve debe justificar su criterio y el corrector evaluará el modelo considerando esa interpretación.

Finalmente, la declaración debe ser escrita de manera coherente, con pocos tecnicismos y naturalmente. En la práctica, el enunciado generalmente se desarrolla "sobre la marcha": primero se escoge un sistema cercano y fácil de entender; después, se identifican sus movimientos y posibles subsistemas relacionados; a continuación, se determinan las entradas y salidas; luego, se añaden variables que alteren el comportamiento. Por último, para que todo concuerde, se asignan valores numéricos a los flujos. En ese momento es habitual encontrar incoherencias y necesitar nuevos flujos o reescribir varias veces (en particular si es la primera vez), pero este ajuste progresivo suele mejorar el resultado final.

## **5- CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO.**

### **ENUNCIADO DEL TRABAJO**

Una cafetería quiere prever cómo puede evolucionar su negocio en los próximos 60 días en función de dos cosas muy concretas: cuántos clientes habituales mantiene y cuánto dinero disponible tiene en caja. Al comenzar el análisis tiene 90 clientes habituales y 600 € en la caja. Cada día, por la dinámica normal del barrio, consigue 2 nuevos clientes habituales de media. Al mismo tiempo, también pierde parte de los habituales porque algunos cambian de rutina: se estima que cada día se pierde un 1% de los habituales que haya en ese momento (es decir, las bajas diarias son proporcionales al número de habituales).

El dinero en caja cambia por los ingresos y los gastos diarios. Los ingresos diarios dependen de los habituales: cada habitual visita la

cafetería una media 2 veces por semana y cada visita deja un ticket medio de 5 €.

Los gastos diarios se componen de un coste fijo de funcionamiento de 50 € al día (luz, suministros, etc.) más el coste del personal. La cafetería trabaja con 2 personas fijas, y el coste es de 55 € al día por persona. Se pide modelar y simular día a día durante 60 días cómo evolucionan el número de habituales y el dinero en caja usando estas reglas y estos datos, para observar si el negocio tiende a crecer, estabilizarse o empeorar.

Realiza el diagrama de Forrester en Vensim y escribe el modelo matemático. Explica las posibles tomas de decisiones.

## RESOLUCIÓN DEL EJERCICIO

Lo primero que tenemos que hacer es leer bien el enunciado, las veces que hagan falta para entenderlo a la perfección. Una vez leído y comprendido, nos ponemos a relacionar conceptos y ponernos en la situación del problema, una cafetería que tenemos que simular como van a evolucionar en 60 días (2 meses) el dinero que entra en la caja y los clientes habituales que hay.

Una vez comprendido, lo que tenemos que hacer es fijar en qué frecuencia de tiempo vamos a operar en el Vensim, por lo que trabajaremos en días, para ver el progreso de cada uno de los 60 días que nos dice el enunciado en vez de utilizar meses. A partir del enunciado podemos identificar dos niveles principales: el número de clientes habituales y el dinero en caja. Llamaremos al nivel de clientes habituales CLIENTES HABITUALES y al nivel de caja de dinero CAJA. Una vez identificado los niveles, buscamos las operaciones que interactúan con ellos, es decir, sus flujos de entrada y salida. Para CLIENTES HABITUALES hay un flujo de entrada de nuevos clientes la cual llamaremos NUEVOS CLIENTES, los cuales son una media de 2 clientes más al día; y un flujo de salida de clientes que se pierden, que

llamaremos CLIENTES PERDIDOS, los cuales representan de alrededor el 1% de los clientes que hay según el número de clientes que se consideran clientes habituales. Para CAJA hay un flujo de entrada de dinero por ventas a la que llamaremos INGRESOS DIARIOS y un flujo de salida por costes que llamaremos GASTOS DIARIOS.

A continuación, listamos las variables que ya nos da el mismo enunciado. El sistema comienza con 90 personas ya como clientes habituales y una caja de 600€. El enunciado marca que pueden entrar como máximo 130 clientes al día, por lo que se fija el flujo de entrada diario en ese máximo. Una vez hecho e identificado esto, establecemos las variables necesarias. Creamos la variable TASA CLIENTES NUEVOS y le damos valor de 2, que son los clientes nuevos que suelen entrar al día y la conectamos con el flujo de entrada del nivel CLIENTES HABITUALES, y luego añadir al flujo que como máximo puede haber 130 clientes habituales. Hacemos exactamente lo mismo con el flujo de salida dándole valor a la variable de 0.01 (1%) y conectándola con el flujo de salida y definiendo este flujo como CLIENTES PERDIDOS= CLIENTES HABITUALES \* TASA CLIENTES PERDIDOS, pero aquí sin añadir el máximo de 130. Para el nivel CAJA, el enunciado da de ticket medio de 5€ por cliente por visita de media y una frecuencia de compra de 2 visitas semanales de normal. Entonces, le pondremos el flujo de entrada de ingresos diarios llamado INGRESOS DIARIOS, al cual le llegarán dos variables: el ticket medio que llamaremos TICKET MEDIO y la frecuencia con la que va el cliente que llamaremos FRECUENCIA COMPRA. A este flujo de entrada también se le tendrá que unir el nivel de clientes habituales que van a la cafetería para que tenga sentido. Ahora podemos ir definiendo el valor que tendrán cada cosa de este flujo de entrada: TICKET MEDIO= 5, FRECUENCIA COMPRA= 2 e INGRESOS DIARIOS= CLIENTES HABITUALES \* (FRECUENCIA COMPRA/7) \* TICKET MEDIO (dividimos FRECUENCIA COMPRA/7 al ser dos veces a la semana se divide entre 7 para ver cuantas veces equivaldría al día); y uniremos estas variables al flujo de entrada. Solo nos faltaría identificar las variables del flujo de salida de la caja que será el total de gastos que hay que cubrir. Estos gastos son el personal (2 personas); el coste fijo diario de limpieza, mantenimiento, luz, etc (50€);

y el coste que vale mantener a cada persona que trabaja en la cafetería al día (55€). Por lo tanto, pondremos el flujo de salida del nivel CAJA llamado GASTOS DIARIOS, al cual se le conectan tres variables distintas. Estas variables les pondremos el nombre de PERSONAL, COSTE FIJO DIARIO y COSTE PERSONAL DIARIO. Una vez que ya hemos dado nombre le daremos el valor necesario a cada cosa del flujo de salida: PERSONAL=2, COSTE FIJO DIARIO= 50 y COSTE PERSONAL DIARIO= 55 y al flujo de salida le damos el valor GASTOS DIARIOS= COSTE FIJO DIARIO + (COSTE PERSONAL DIARIO \*PERSONAL); y uniremos las variables al flujo de salida.

Con todo esto, el modelo matemático completo queda cerrado con las siguientes ecuaciones:

- Clientes\_Habituales = INTEG (NUEVOS CLIENTES-CLIENTES PERDIDOS. Int Value= 90
- Caja = INTEG (INGRESOS DIARIOS-GASTOS DIARIOS) Int Value= 600

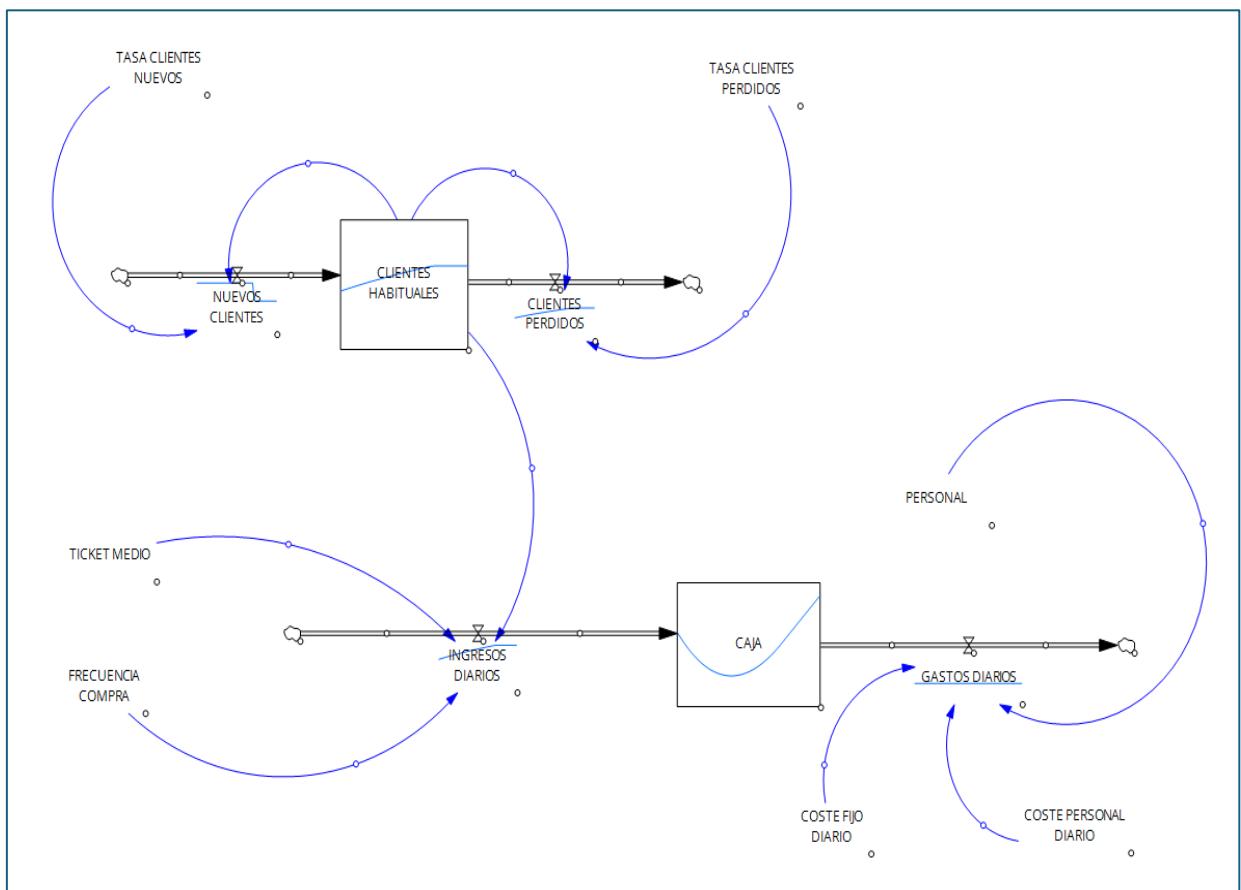
y con las definiciones de flujos y variables:

- Tasa\_Clientes\_Nuevos=2
- Tasa\_Clientes\_Perdidos = 0.01
- Nuevos\_Clientes = MIN (TASA CLIENTES NUEVOS, (130- CLIENTES HABITUALES ))
- Clientes\_Perdidos = CLIENTES HABITUALES\*TASA CLIENTES PERDIDOS
- Ticket\_Medio = 5
- Frecuencia\_Compra = 2
- Personal = 2
- Coste\_Fijo\_Diario=50
- Coste\_Personal\_Diario=55

- $\text{Ingresos_Diarios} = \text{CLIENTES HABITUALES} * (\text{FRECUENCIA COMPRA}/7) * \text{TICKET MEDIO}$
- $\text{Gastos_Diarios} = \text{COSTE FIJO DIARIO} + (\text{COSTE PERSONAL DIARIO} * \text{PERSONAL})$

Una vez ya hemos definido completamente el modelo matemático, nos ponemos manos a la obra con el Vensim, siguiendo los pasos ya explicados y añadiendo las ecuaciones dichas a cada nivel, flujo y variable del Vensim, creando un diagrama de Forrester que sea capaz de analizar el progreso de cada día de los 60 que queremos analizar, viendo los clientes habituales que van habiendo y el dinero que va entrando y saliendo de la caja.

A continuación, podemos observar cómo quedaría el diagrama de Forrester en Vensim:



## **6. RESULTADOS Y EVALUACIÓN**

Para hacer el análisis por días se ha simulado el sistema de 1 día hasta el día 60. En cada día el modelo calcula primero cuántos clientes nuevos entran a la cafetería y cuántos se van de ella. Entran 2 nuevos clientes al día de media, pero si el número de habituales está cerca del máximo permitido (130), la entrada se reduce para no superar ese tope; al mismo tiempo se pierde cada día un 1% de los clientes habituales. Con esos dos flujos se actualiza el nivel de clientes habituales.

Después se calculan los flujos económicos: los ingresos diarios dependen de los clientes habituales y de las veces que vayan y cuanto se gasten. Como cada habitual suele ir 2 veces a la semana, eso equivale a 2/7 visitas por día, y con un ticket medio de 5 € se obtiene que:  $\text{Ingresos_Diarios} = \text{Clientes_Habituales} \cdot (2/7) \cdot 5$ , por lo que empieza el análisis con unos ingresos de 128,57€. Los gastos diarios son constantes:  $\text{Gastos_Diarios} = 50 + 2 \cdot 55 = 160\text{€}$ . Finalmente se actualiza la Caja sumando ingresos y restando gastos, repitiendo el proceso día a día para ver la evolución.

Aquí podemos observar una tabla del análisis de los días 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 y el progreso que va teniendo los clientes habituales, los ingresos diarios, los gastos diarios y la caja:

Día	Clientes Habituales	Ingresos diarios	Gastos diarios	Caja
0	90	128,57€	160€	600€
5	95	136,27€	160€	458,42€
10	100	143,60€	160€	354,58€
20	110	157,19€	160€	252,82€
30	119	169,48€	160€	281,01€
40	126	180,59€	160€	426,70€
50	129	183,88€	160€	658,58€
60	129	183,88€	160€	897,34€

Con estos resultados se ve que al inicio hay menos ingresos que gastos, por lo que la caja baja durante las primeras semanas. A medida que van aumentando los clientes habituales, los ingresos van

subiendo y se alcanza el punto de equilibrio cerca de 112 habituales (ingresos  $\approx$  gastos). A partir de ahí el saldo diario pasa a ser positivo y la caja empieza a recuperarse. Como existe un máximo de 130 clientes habituales, el número de clientes se acerca a ese valor y termina estabilizándose alrededor de 128–129 debido a las pérdidas del 1% diario.

Conclusión: el negocio tiende a estabilizarse y mejorar. No crece sin límite debido al tope de clientes habituales, pero tampoco empeora: tras una bajada inicial de la caja, el sistema alcanza el equilibrio y acaba en positivos, con clientes habituales estabilizados rozando el máximo y con la caja recuperándose y ganando dinero.

## **7. CONCLUSIONES**

Se ha trabajado la materia en esta práctica de una manera bastante distinta a la habitual, ya que no se trataba simplemente de realizar un ejercicio previamente establecido, sino de crear uno desde el principio y después demostrar que la solución era lógica. Se ha seleccionado un caso simple y fácil de visualizar, el de una cafetería, para facilitar la comprensión de los conceptos sin distraerse con cosas demasiado técnicas. El modelo se ha enfocado en dos cosas fundamentales: el número de clientes frecuentes de la cafetería y el dinero en caja. Con base en estos datos, se han establecido las entradas y salidas que provocan variaciones en ambas cifras a lo largo del tiempo.

Durante el trabajo se ha visto que hay detalles que parecen pequeños pero que en realidad importan mucho, como tener claras las unidades de tiempo y pasarlo todo a la misma (por ejemplo, la frecuencia de compra que estaba en veces por semana y había que convertirla para trabajar en días), porque si no se hace bien, el resultado sale totalmente distinto. También ha sido importante poner límites realistas, como el máximo de 130 habituales, ya que si no el sistema podría crecer de forma exagerada y no sería creíble.

Con los datos finales del ejercicio, el comportamiento del negocio queda bastante claro: al principio la cafetería tiene pérdidas diarias porque los ingresos no alcanzan a cubrir los gastos fijos, y por eso la caja va bajando. Sin embargo, como con el paso de los días los habituales aumentan (aunque se pierda un 1% diario y exista un tope máximo), los ingresos van subiendo poco a poco hasta llegar al punto en el que ya se cubren los gastos. A partir de ahí, el negocio empieza a ir mejor y la caja se recupera. Por eso se puede decir que el sistema no crece sin límite, porque el máximo de clientes lo frena, pero sí tiende a estabilizarse cerca de ese máximo y a mejorar con el tiempo

## **8. BIBLIOGRAFIA**

APA:

Vallejo, S. [stevenvo780]. (n.d.). teoria-sistemas [Source code]. GitHub. Retrieved January 8, 2026

Wikipedia contributors. (2025, October 25). Teoría de sistemas. In Wikipedia. Retrieved January 8, 2026

Aracil, J., & Gordillo, F. (1998, January 8). Dinámica de sistemas. Alianza Editorial. Retrieved January 8, 2026,

Forrester, J. W. (1961). Industrial dynamics. MIT Press. (Copia digital consultada) Recuperado el 8 de enero de 2026

GONZALO PALAZÓN FERNÁNDEZ.

