

MODELO MATEMÁTICO DEL SISTEMA DE CURSOS TEORÍA DE SISTEMAS 1 Y 2

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe el modelo matemático que representa la dinámica de los cursos Teoría de Sistemas 1 (TS1) y Teoría de Sistemas 2 (TS2).

El objetivo del modelo es analizar y proyectar el comportamiento de matrícula, aprobación, repitencia y deserción de los estudiantes a lo largo de los semestres, permitiendo a la administración académica planificar políticas adaptativas que mejoren la eficiencia del sistema educativo.

2. CONCEPTUALIZACIÓN DEL MODELO

El sistema se basa en los flujos de estudiantes que se inscriben, aprueban, repiten o abandonan los cursos.

Las variables principales son:

- $S1(t)$: estudiantes matriculados en TS1 en el semestre t .
- $S2(t)$: estudiantes matriculados en TS2 en el semestre t .
- $N(t)$: nuevos ingresos en TS1 en el semestre t .
- $P1(t)$: aprobados en TS1 que avanzan a TS2.
- $R1(t)$: repitentes de TS1.
- $D1(t)$: deserciones desde TS1.
- $P2(t)$, $R2(t)$, $D2(t)$: equivalentes para TS2.
- $Sec(t)$: número de secciones ofrecidas.
- C : capacidad por sección.

3. MODELO MATEMÁTICO

El modelo es discreto con paso de tiempo de un semestre. Las ecuaciones son:

$$S1(t+1) = S1(t) + In1(t) - Out1(t)$$

$$S2(t+1) = S2(t) + In2(t) - Out2(t)$$

donde:

$$In1(t) = N(t) + R1(t)$$

$$Out1(t) = P1(t) + D1(t)$$

$$In2(t) = P1(t - \tau_{12}) + R2(t)$$

$$Out2(t) = P2(t) + D2(t)$$

Los flujos dependen de probabilidades por semestre:

$$P1(t) = p_{pass1}(t) * S1(t)$$

$$D1(t) = p_{drop1}(t) * S1(t)$$

$$R1(t) = p_{repeat1}(t) * S1(t)$$

$$P2(t) = p_{pass2}(t) * S2(t)$$

$$D2(t) = p_{drop2}(t) * S2(t)$$

$$R2(t) = p_{repeat2}(t) * S2(t)$$

Estas probabilidades cumplen:

$$p_{\text{pass1}}(t) + p_{\text{drop1}}(t) + p_{\text{repeat1}}(t) = 1$$

El efecto de sobrecupo se representa con:

$$\text{densidad1}(t) = S1(t) / (\text{Sec}(t) * C)$$

$$p_{\text{pass1}}(t) = p_{\text{pass1_base}} * \exp(-\beta1 * \max(0, \text{densidad1}(t) - 1))$$

4. PARÁMETROS Y CALIBRACIÓN

Parámetros principales:

$p_{\text{pass1_base}}$: 0.55

$p_{\text{drop1_base}}$: 0.08

$\beta1$: 1.0

C: 40 estudiantes por sección

Se calibran los parámetros minimizando el error cuadrático medio (MSE) entre datos observados y simulados:

$$\text{Error} = (1/T) * \sum [(S1_{\text{sim}}(t) - S1_{\text{obs}}(t))^2 + (S2_{\text{sim}}(t) - S2_{\text{obs}}(t))^2]$$

5. VALIDACIÓN

Se realiza una validación cruzada utilizando semestres históricos para entrenamiento y validación.

Las métricas recomendadas son RMSE, MAPE y coeficiente de Theil.

Los resultados se comparan mediante gráficas de evolución de población simulada y observada.

6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ESCENARIOS

Se propone variar los parámetros $\pm 20\%$ para analizar la sensibilidad del sistema.

También se simulan tres escenarios:

- Escenario base: condiciones actuales.
- Escenario optimista: mejora del 10% en p_{pass1} y p_{pass2} .
- Escenario pesimista: reducción del 15% en $N(t)$.

7. CONCLUSIONES

El modelo permite representar adecuadamente la dinámica del sistema de cursos TS1 y TS2.

Su implementación en Vensim facilita la simulación de políticas académicas, la proyección de demanda y la optimización de recursos docentes.

Se recomienda calibrar el modelo con datos reales para los semestres 2020–2025 y proyectar los resultados hacia 2026–2029.