

# Modelo Predictivo de matricula universitaria por unidad de aprendizaje a través de dinámica de sistemas con probabilidad

Jesús Michel Legal Hernández. Maestro en Ingeniería y Docencia Universitaria. Instituto Politécnico Nacional.  
 ESIME-Z. México, [jlegalh@ipn.mx](mailto:jlegalh@ipn.mx)

**Resumen-** El ingreso de estudiantes universitarios en cada periodo es incierto y no se diga por unidad de aprendizaje (u.a), para algunas universidades que tienen un modelo educativo flexible se vuelve una de las actividades primordiales de un directivo universitario, como la planificación de los recursos académicos y la predicción de la matricula. En este artículo se propone un procedimiento para realizar la predicción de la matricula por unidad de aprendizaje de una academia a través de dinámica de sistemas con probabilidad. Para efectuar la validación práctica, se aplicó el procedimiento propuesto en una unidad académica del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Los resultados respaldan que el procedimiento propuesto es suficientemente confiable para usarlo. Como conclusión, se puede decir que la academia y por lo tanto la unidad profesional se beneficia con el nuevo procedimiento, porque irán en aumento a medida que se realice a toda la unidad profesional.

**Palabras Claves:** Dinámica de sistemas, Predicción, Probabilidad, matricula

## I. INTRODUCCIÓN

Las nuevas competencias de acuerdo con la globalización que enfrenta México en materia educativa tanto en tamaño como en calidad requieren enfoques sistemáticos y modelos dinámicos para la asignación eficiente de recursos por parte de los administradores de una Universidad.

Actualmente el crecimiento continuo del nivel educativo superior en México tiene un incremento constante, como se puede ver en los indicadores de la Secretaria de Educación Pública (SEP) de los últimos años. Como se muestra en la Tabla 1.

TABLA I  
 NÚMERO DE ESTUDIANTES DEL NIVEL SUPERIOR EN MÉXICO

Periodo	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Matricula Superior	3,161,195	3,300,348	3,419,391	3,515,404	3,648,945	3,762,679
%Δ	6%	4%	3%	3%	4%	3%

En los últimos periodos escolares, el número de estudiantes universitarios escolarizados pública e institucional tienen un incremento, aunque en el periodo 2017-2018 tuvo un decremento del 1.81% del IPN y en la UPIICSA también hubo una disminución de la matricula del 17.59% como se observa en la tabla 2. [3].

TABLA 2  
 MATRICULA DE EDUCACION SUPERIOR EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA, IPN Y UPIICSA

Periodo	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Matricula Superior Pública	2,474,541 ↑	2,579,289 ↑	2,655,711 ↑	2,739,583 ↓
IPN	104,125 ↑	104,409 ↑	106,760 ↑	104,860 ↓
UPIICSA	13,852 ↑	13,787 ↑	13,751 ↓	11,694 ↓

Existen diversas técnicas para predecir la matricula estudiantil. En este trabajo se propone mediante el uso de Dinámica de Sistemas con probabilidades como una herramienta innovadora y diferente versus las técnicas tradicionales predictivas. El trabajo se desarrolló en una academia de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) del IPN del programa académico de Ingeniería en Informática donde el modelo educativo es flexible, es decir, no hay seriaciones entre unidades de aprendizaje y esta “flexibilidad” permite que el alumno pueda no llevar un orden o sin sentido lógico y coherente. Esto hace complicando la planificación de los recursos académicos como son la cantidad de grupos, profesores y docentes para los siguientes periodos. Actualmente los jefes de los programas académicos se limitan a dar sugerencias a los estudiantes de primer ingreso para que conozcan las u.a. que deben ser seriadas para que ellos tomen la decision correcta. Como ejemplo se puede ver en la figura 1. Primero, el alumno debe elegir la u.a. de Algebra Lineal (AL), después Programación Lineal Aplicada (PLA) y terminar con Redes & Simulación (R&S), La primera pertenece a la academia de Matemáticas representado en el cuadro amarillo y las otras dos siguientes son de la academia de Investigación de Operaciones, representado por los cadres azules.



Fig.1 Sugerencia para elegir algunas unidades de aprendizaje como Seriación en el programa académico de Ingeniería en Informática.

El procedimiento para la estimación de la matrícula en cada una de las u.a. como se puede revisar en la figura 2. El diagrama de flujo muestra las condiciones iniciales del modelo de estudio de la seriación que empieza con un estimado de la demanda para cursar la u.a de AL en la Carrera de Ingeniería en Informática que se cursa en el tercer semestre. Después hay que estimar la matrícula de PLA considerando a los alumnos que aprobarán en el curso ordinario de AL y a los que reprobren y que probablemente aprueben en el Examen de Titulo de Suficiencia (ETS). Tomando en cuenta también la deserción que pueda ver. Después se estima la matrícula de los alumnos que podrán pasar a la siguiente u.a llamada R&S y así se repite el ciclo para cada u.a que puede ser o no ser seriada.

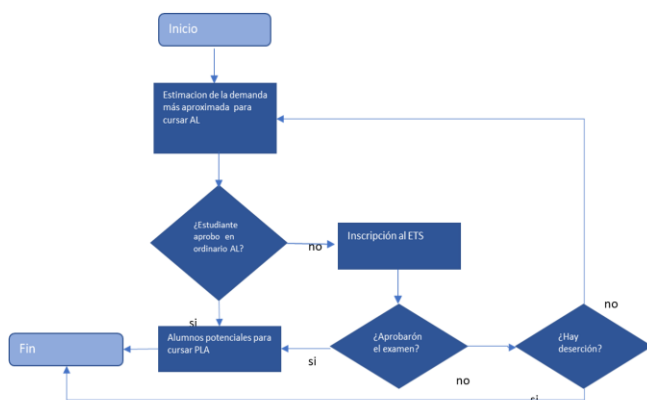


Figura 2. Diagrama de flujo para estimar la matrícula de AL

## II. ESTADO DEL ARTE

### A. Dinámica de Sistemas DS

Forester [1], lo describió como una metodología para entender el cambio, utilizando las ecuaciones diferenciales. Dada la representación de estos procesos podemos estudiar la dinámica del conjunto de los estados disponibles por el sistema. Así entonces, se puede estimar la matrícula por unidad de aprendizaje.

El proceso de modelado consiste en el conjunto de operaciones mediante el cual, tras el oportuno estudio y análisis, se construye el modelo del aspecto de la realidad que nos resulta problemático. Este proceso, consiste, en esencia, en analizar toda la información de la que se dispone con relación al proceso, depurarla hasta reducirla a sus aspectos esenciales, y reelaborarla de modo que pueda ser transcrita al lenguaje sistémico que estamos viendo. [2].

El término dinámica se emplea por oposición a estática. Al hablar de la dinámica de un sistema se refiere a que las distintas variables que se puede asociar a las partes sufren cambios a lo largo del tiempo, como consecuencia de las interacciones se aplica a problemas dinámicos que surgen en sistemas sociales, gerenciales, económicos o ecológicos complejos. Literalmente, cualquier sistema dinámico

caracterizado por interdependencia, interacción mutua, retroalimentación de información y causalidad circular.

Es el objeto matemático formado por un espacio de estados  $X$  y una regla que prescribe como varían estos estados a lo largo del tiempo. La regla se puede expresar de diferentes formas como:  $\frac{dy}{dx} = f(x)$  en donde la función  $f$  expresa la regla que rige el cambio  $\frac{dx}{dt}$  que se produce en el estado  $x \in X$ .

En la DS la descripción elemental asociaremos la imagen de una red, como se observa en la figura 3, cuyos nodos son esas partes, y cuyas aristas representan las influencias que se producen entre ellas.

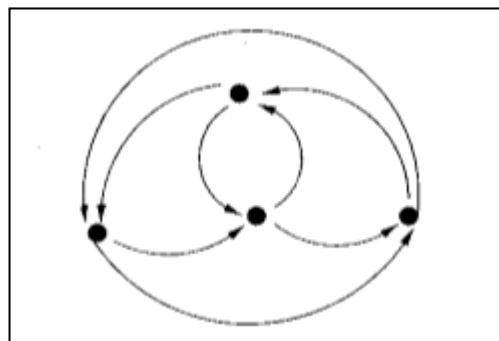


Fig 3. Estructura Básica en la Dinámica de Sistemas

A continuación se muestra en la figura 4 el modelo causal con las variables iniciales del sistema de la u.a de AL.

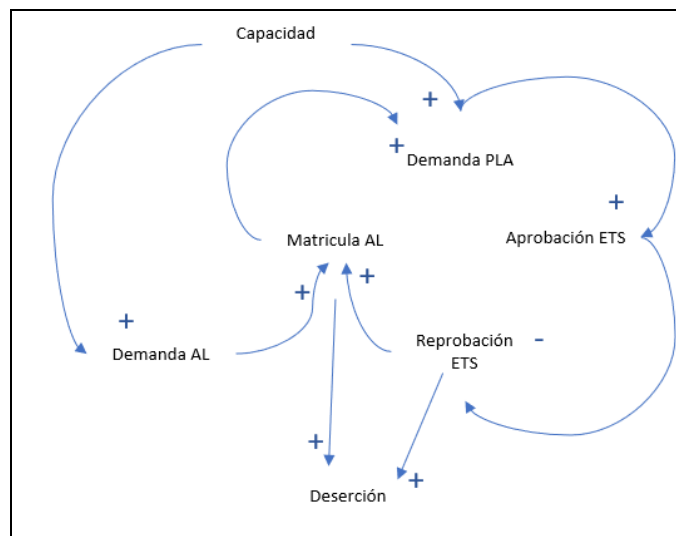


Figura 4. Diagrama causal para estimar la matrícula de AL

El diagrama causal explica el sistema de estudio para la determinación de la matrícula AL, que esta sujeta a la variable Demanda AL y ésta a su vez depende de la variable de la capacidad de infraestructura y profesorado, entonces a mayor matrícula AL mayor Demanda PLA. Se considera también que a mayor aprobados en ETS, menor reprobados ETS y esta



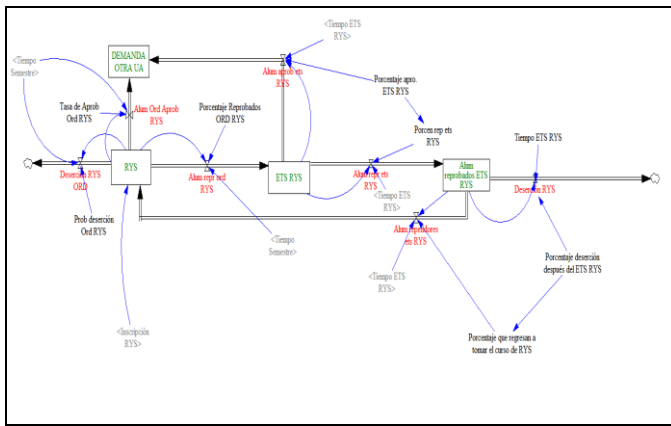


Figura 7. Diagrama de flujo del modelo predictivo para las tres u.a. PLA.

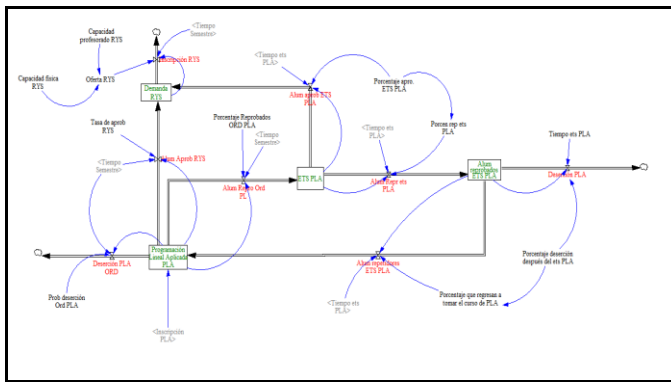


Figura 8. Diagrama de flujo del modelo predictivo para las tres u.a. RYS.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### Construcción del modelo.

Con la información de la unidad, se observa que hubo un decremento importante, poco más de dos mil alumnos entre un periodo y otro, aproximadamente representa el 15%. Sin embargo, es importante tenerlo en cuenta para el pronóstico de las u.a. de los próximos periodos.

#### A. Modelo Causal

En la siguiente figura 4 se muestra la relación de los bucles de retroalimentación, bien sea positiva o negativa, de las diferentes variables que intervienen en el proceso predictivo para el siguiente periodo por cada unidad de aprendizaje empezando por AL  $\rightarrow$  PLA  $\rightarrow$  RYS..

#### B Simulación

Con la información concentrada y procesada primero en una hoja de Excel, se realizan cálculos de porcentajes de reprobados y aprobados de los cursos ordinarios y de los ETS del periodo 2018-1. Para después pasar a elaborar el diagrama con el software VenSim. Académico Versión 7.2. En la figura

5 se muestra una parte del diagrama de AL con VenSim. Para la variable ETS reprobados se analizaron los datos históricos y de acuerdo con el software EasyFit [6] obtuvimos la distribución que se aproxima para AL fue la de Nagasaki de acuerdo a la prueba de Kolomogorov -Smirnov. Como se muestra en la figura 9 y 10. Esta información es relevante para estimar probabilidades de aprobados y/o reprobados de esta variable para futuros trabajos. Para el caso de PLA la distribución apropiada es Logaritmica y para RYS fue la distribución beta.

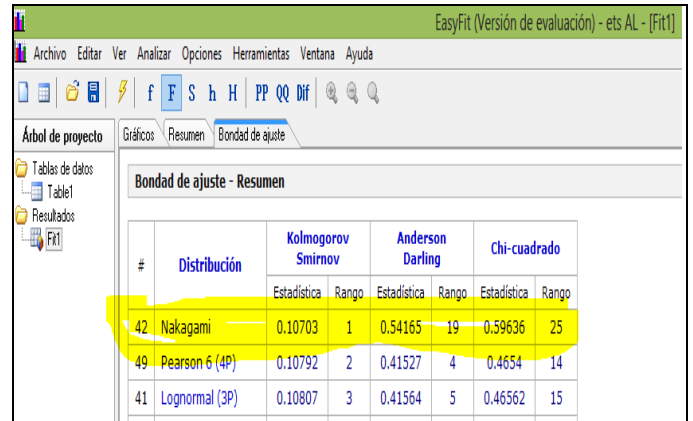


Figura 9. Prueba de Kolmogorov-Smirnov de la Variable ETS de AL de los reprobados de flujo del modelo predictivo para las tres u.a. AL, PLA y RYS

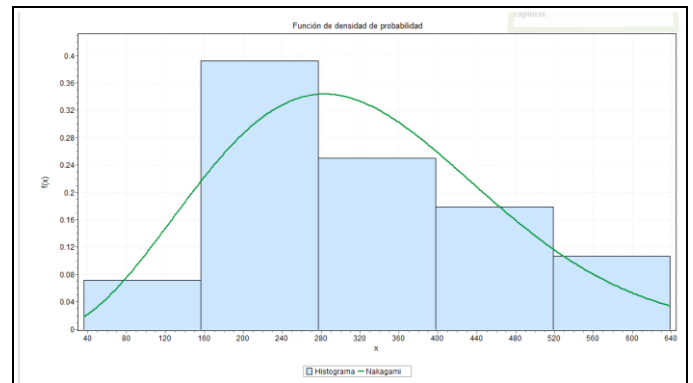


Figura 10. Función de densidad de la variable ETS AL reprobados del periodo del 2012 al 2018

Los datos que se requieren por cada u.a. para poder implementar la simulación a través de la DS son los siguientes. Alumnos Inscritos Ordinario y en Examen de Titulo de Suficiencia (ETS), Reprobados y Aprobados del periodo 2018-1. La información se obtuvo del departamento de Gestión Escolar de la Unidad. [5] El dato que se tomó como

promedio general y que aparece en una fuente oficial del IPN, fue el de la Deserción con un promedio de 3%. El time step que se considero fue del 0.2 para una simulación con un tiempo de 10 semestres. Y Tambien se consideró los datos de cada u.a. como fue el número de inscritos, reprobados y aprobados del periodo 2018-1. Como se observa en la table 4.

TABLA 4

DATOS DE LAS U.A. DEL PERIODO 2018-1 ORDINARIO Y ETS PARA EL MODELO DE DS

Periodo: 2018-1		ORDINARIO	
Unidad Aprendizaje	Inscritos	Reprobados	Aprobados
AL	881	605	276
PLA	768	559	209
RYS	728	579	149
Total general	2,377	1,743	634
Periodo: 2018-1		ETS	
Unidad Aprendizaje	Inscritos	Reprobados	Aprobados
AL	590	469	121
PLA	230	170	60
RYS	163	133	30
Total general	983	772	211

#### IV. RESULTADOS

Con los resultados encontrados en el desarrollo de la investigación del pronóstico de la demanda de los alumnos para las u.a. de AL, PLA y RYS, se encontró una forma de poder trabajar la demanda con una eficiencia alta y aceptable con la Dinámica de Sistemas como se muestra en la Tabla 5.

Los resultados se presentan en forma individual por u.a. y como se observa en la figura 11, 12 y 13 se analiza una tendencia de equilibrio al transcurso del tiempo. En las figuras 14, 15 y 16 se integraron un conjunto de gráficas de las variables como Inscripción, Deserción, reprobados y aprobados en ordinario y ETS por cada u.a. Los resultados mostrados pueden mejorarse en la medida que se actualicen los datos de las variables presentadas en esta investigación. No se debe olvidar que el modelo debe revisarse cada semestre para actualizar y/ o modificar las variables presentadas en el estudio.

Los investigadores interesados en continuar la investigación podrían concentrarse en un análisis más riguroso con la variable de deserción y de hacer la validación. También es importante mencionar que se puede hacer el estudio para todas las u.a. de la Unidad Profesional. para que se tenga una optimización total en la asignación de recursos académicos.

TABLA 5  
VALIDACION DEL MODELO

Periodo 2018-2			
Unidad de Aprendizaje	Pronóstico	Real	% Eficiencia
AL	1,282	1,326	96%
PLA	761	857	89%
RYS	717	712	-

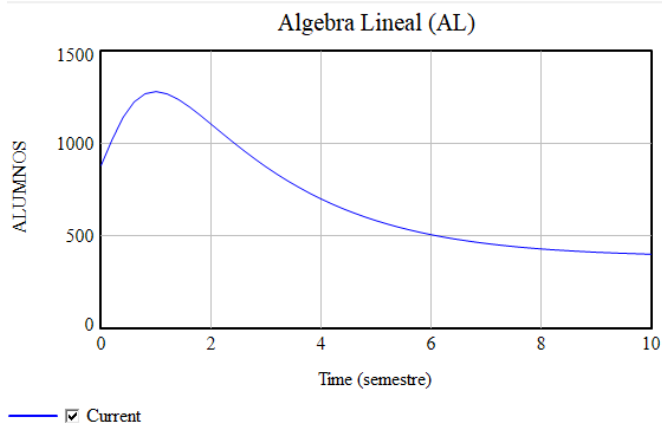


Figura 11. Resultados para los próximos semestres de AL

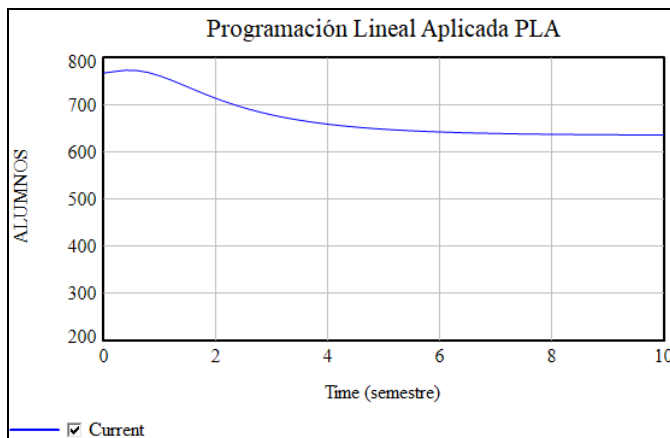


Figura 12. Resultados para los próximos semestres de PLA

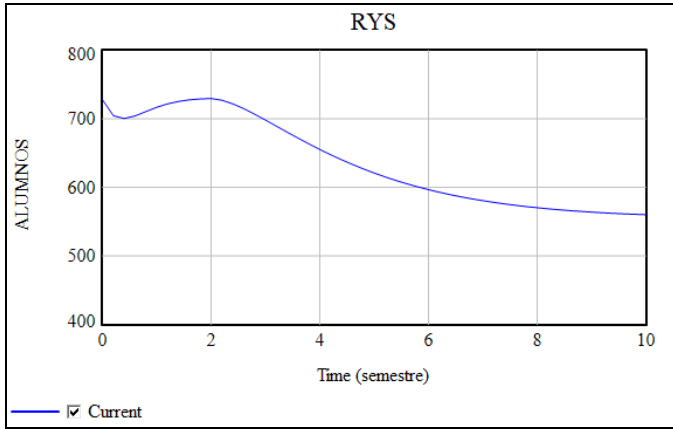


Figura 13. Resultados para los próximos semestres de RYS

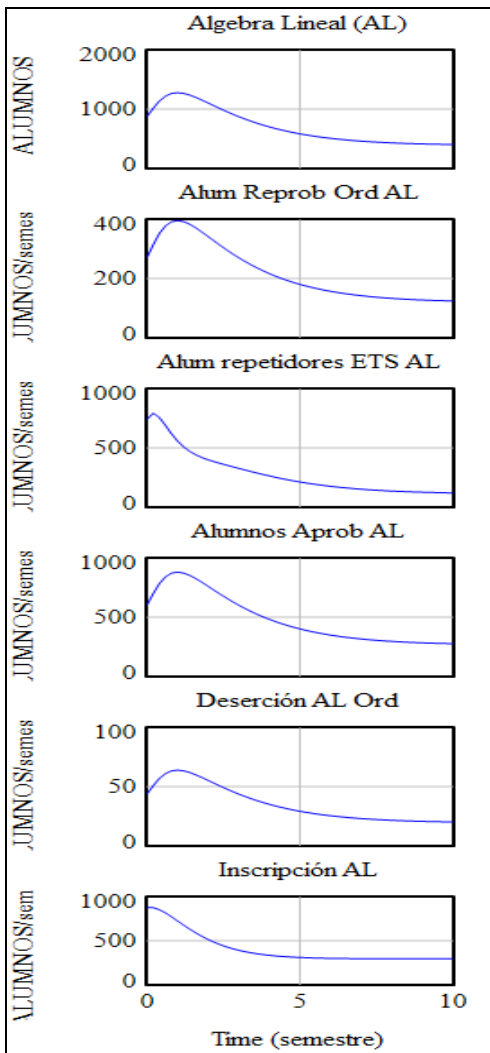


Figura 14. Resultados de diferentes variables de los próximos semestres de AL

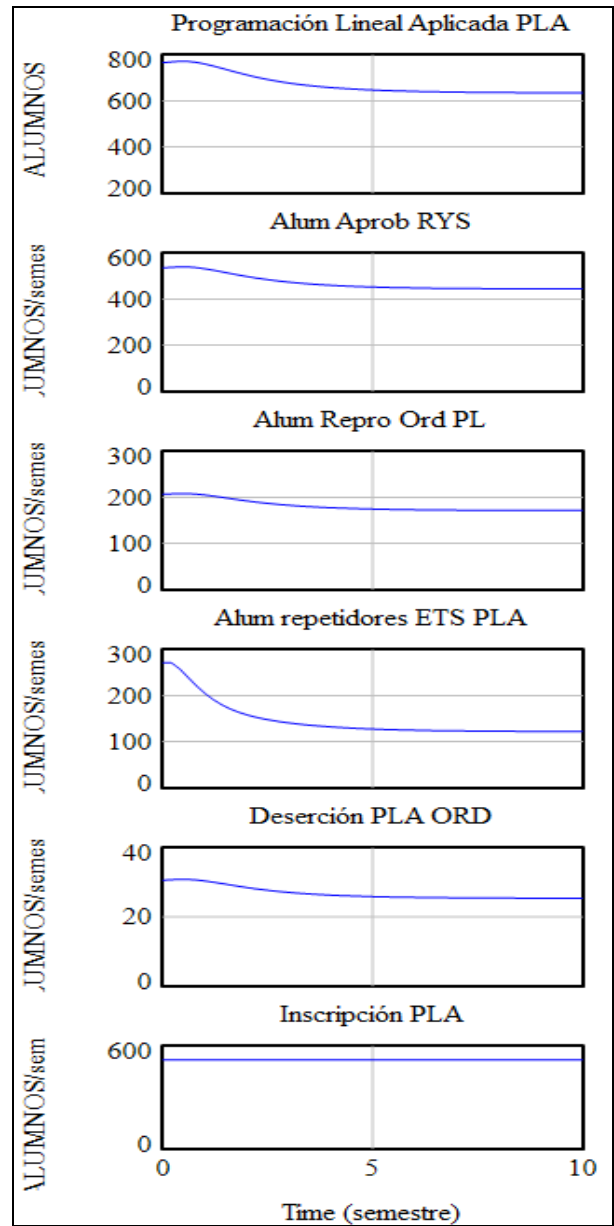


Figura 15. Resultados de diferentes variables de los próximos semestres de PL

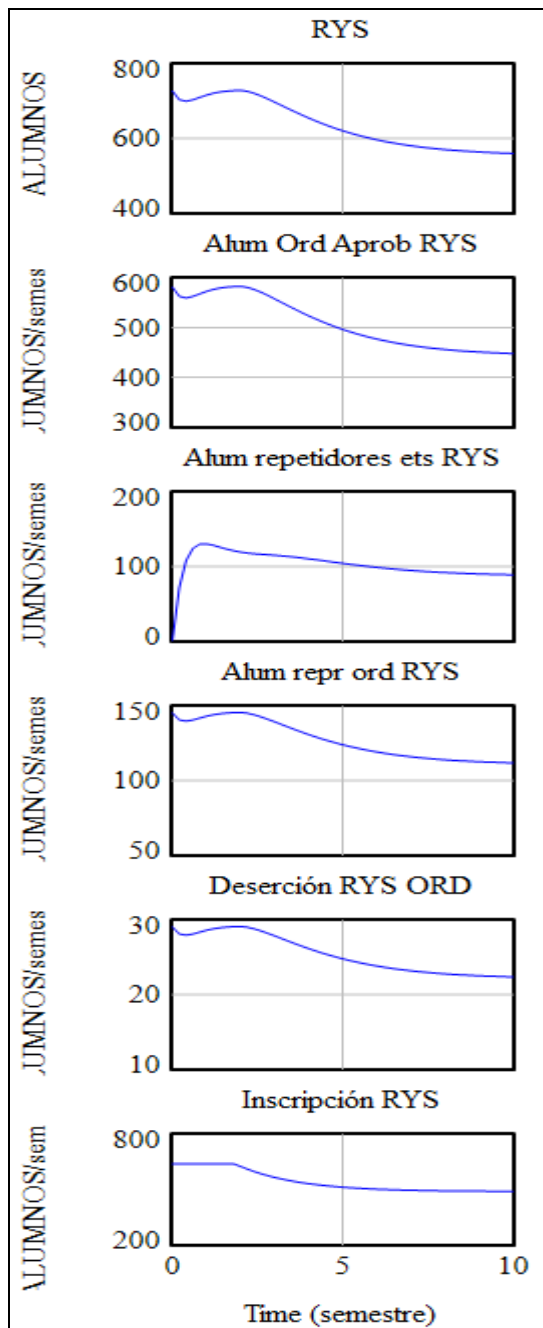


Figura 14. Resultados de diferentes variables de los próximos semestres de RYS

#### AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la ESIME unidad Zacatenco y a la UPIICSA pertenecientes al Instituto Politecnico Nacional por el apoyo que me ha brindado con conocimiento e información para el cumplimiento de este artículo.

#### REFERENCES

- [1] Forrester, J. Dinámica industrial, Editorial El Ateneo, Buenos Aires. 1961
- [2] Aracil, J. Dinámica de Sistemas, Editorial Isdefe. Madrid 1995.
- [3] Garcia, Eduardo. Simulación y análisis de sistemas con Promodel, Pearson, México 2013.
- [4] Gutierrez, Eduardo. Probabilidad y Estadística. Patria, México 2014.
- [5] Estadísticas de la Secretaria de Educación Pública SEP. <https://www.gob.mx/sep>
- [6] Software estadístico version 5.6 de prueba.