



Tecnociencia, Vol. 26, N°1: 165-175

Enero-Junio 2024

ISSN L 2415-0940

## COMUNICACIÓN CORTA

### DESERCIÓN ESTUDIANTIL DE LA LICENCIATURA EN DOCENCIA DE MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ: UN ENFOQUE MEDIANTE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS

### STUDENT DROPOUT FROM THE BACHELOR OF SCIENCE IN MATHEMATICS TEACHING AT THE UNIVERSITY OF PANAMA: AN APPROACH USING ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

**Julio Enrique Trujillo González**

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Matemática, Panamá.

[Julio.trujillo@up.ac.pa](mailto:Julio.trujillo@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0002-3664-8058>

**Carolina Vejerano García**

Universidad de Panamá, Facultad de Humanidades, Panamá.

[carolina.yvg@gmail.com](mailto:carolina.yvg@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0000-9501-3303>

**Fecha de recepción:** 4 de mayo de 2023

**Fecha de aceptación:** 23 de octubre de 2023

DOI <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v26n1.a4660>

## RESUMEN

El artículo presenta un modelo matemático basado en ecuaciones diferenciales ordinarias para analizar la dinámica del número de estudiantes en la Licenciatura en Docencia de Matemática en términos de su matrícula, reprobación, deserción y aprobación. Se establece un sistema de ecuaciones y se obtienen los puntos críticos del modelo, se analiza su estabilidad y se discuten las implicaciones de los parámetros del modelo.

## PALABRAS CLAVES

Ecuaciones diferenciales, estudiantes, matrícula, reprobados, desertores, aprobados, tasas, estabilidad, puntos críticos.

## **ABSTRACT**

The article presents a mathematical model based on ordinary differential equations to analyze the dynamics of the number of students in the Mathematics Education program in terms of enrollment, failure, dropout, and passing. A system of equations is established, and the critical points of the model are obtained, their stability is analyzed, and the implications of the model parameters are discussed.

## **KEY WORDS**

Differential equations, students, enrollment, failures, dropouts, passing, rates, stability, critical points.

## **INTRODUCCIÓN**

En noviembre de 1994, un grupo de profesores del Departamento de Física se reunió con el Rector Gustavo García de Paredes para analizar la continuidad del Profesorado en Física que este Departamento ofrecía en ese momento. Como consecuencia, surgió el interés de crear las carreras de profesorado para las áreas de Biología, Química y Matemática.

Los distintos departamentos acogieron bien la idea ese mismo año, el entonces Decano de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, el profesor Aníbal Taymes, nombró una comisión de especialistas para elaborar un anteproyecto para la creación de las carreras especializadas en la formación de profesores para la enseñanza de la Biología, Física, Química y Matemática en Premedia y en Media del sistema educativo panameño.

La comisión representante del Departamento de Matemática estuvo conformada por los profesores Guadalupe Tejeda de Castillo, Analida Ardila, Josué Ortiz, Jorge Hernández, Edith de Hernández, Egberto Agard, Wenceslao De los Ríos, Belisario Brandao y José María Vásquez.

El 15 de diciembre de 1994 las comisiones le entregaron al Decano Taymes los planes de estudio solicitados y el 21 de diciembre de ese año fueron aprobados en la Junta de Facultad N° 294. En enero de 1995, el Decano entregó estos planes de estudio a la

Vicerrectoría Académica donde se paralizaron los trámites hasta la segunda mitad de 1997.

El 12 de diciembre de 1997, la Decana de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, la profesora Elvia de De los Ríos, interesada en que fuera una realidad la formación de un nuevo docente para enseñar Biología, Química, Física y Matemática en Premedia y media, incorporó otros miembros a la comisión de 1994 para que se actualizara la propuesta hecha anteriormente. Esta comisión se ratificó en lo actuado por la comisión de 1994.

El 15 de diciembre de 1998, la Decana de la Facultad de Ciencias Naturales, Exacta y Tecnología formó otra comisión integrada por profesores de la facultad, personal de la Vicerrectoría Académica y de Planificación Universitaria para que analizaran la forma articular su propuesta con lo que demandaba el sistema educativo del país. A esta comisión se sumaron miembros de las Facultad de Ciencias Agropecuarias, Humanidades y Ciencias de la Educación. Esta comisión entregó su informe al Vicerrector Académico, Doctor rolando Murgas Torraza, en marco de 1999.

El 18 de febrero de 2000, se creó otra comisión integrada por profesores de las Facultades de Ciencias Naturales, Exacta y Tecnología y Ciencias de la Educación para continuar con la preparación de la propuesta de creación de las carreras de docencia en el área de las ciencias naturales y exactas. Esta comisión fue instalada oficialmente por el Vicerrector Académico de ese momento, Doctor Carlos Brandaris, el 31 de marzo de 2000.

Finalmente, el 1 de agosto de 2001, fueron aprobados los planes de estudio de las carreras de docencia en Biología, Física, Química y Matemática en el consejo Académico N° 33-01; y la Licenciatura en Docencia de la Matemática se ofreció a partir del primer semestre de 2002.

Fue un logro haber creado la Licenciatura en Docencia de Matemática; sin embargo, hay que adaptarse a las necesidades del sistema educativo panameño. Para tener una visión de todos los factores que intervienen, primero debemos conocer la situación actual de la población de los estudiantes y uno de estos factores es la deserción.

## **LA DESERCIÓN EN LA LICENCIATURA EN DOCENCIA DE MATEMÁTICAS**

En el año 2012, se llevó a cabo una auditoría a las carreras de la Escuela de Matemática de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología de la Universidad de Panamá, a través del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria de Panamá (CONEAUPA). Dicha gestión no es indefinida, ya que cada 6 años se realiza.

Debido a esto, es importante contar con información cuantitativa y cualitativa precisa de la situación actual de la carrera de Licenciatura en Docencia de Matemática, para poder elaborar estrategias de retención de los estudiantes y evitar la deserción.

La deserción es un problema en todos los niveles educativos. Tinto (1975) define dos tipos de deserción: los que no terminan la matrícula y los que no obtienen el título de licenciatura. En ambos casos existe una implicación a los recursos del país, ya que el estado invierte parte del PIB en estudiantes que abandonan sus estudios en el primer año (González-Campos et al., 2020; Sandoval-Palis et al., 2020).

Por lo tanto, la deserción y la repitencia son dos graves problemas para la eficiencia del sistema educativo. La deserción universitaria es la última consecuencia del fracaso, esto trae consecuencias para el futuro del estudiante y alarga el tiempo en la universidad, lo que conlleva a la baja autoestima, baja calidad de vida y disminución de sus probabilidades de ser un profesional preparado (Torres, 2015).

## DATOS

Para esta evaluación se utilizaron los datos de la Licenciatura en Docencia de Matemática de los años 2010, 2011 y 2012, tomando en consideración los cuatros grupos de asignaturas que son: instrumental, general, especialidad básica y fundamental.

Utilizaremos los datos de Ardila et al. (2014), como ejemplo ver el cuadro 1 a 4 para estimar las siguientes tasas:

- La tasa deserción ( $\lambda$ ) se define como el número de estudiantes que abandonaron la carrera entre el número total de estudiantes matriculados.
- La tasa de aprobación ( $\beta$ ) es el número de estudiantes que aprobaron el año entre el número total de estudiantes matriculados.
- La tasa de reprobación ( $\gamma$ ) se puede calcular como el cociente entre el número de estudiantes reprobados y el número total de estudiantes.
- La tasa de abandono ( $\alpha$ ) formalmente se puede estimar como el número de estudiantes que abandonaron el curso después de haber sido reprobados, dividido por el número total de estudiantes reprobados. Ya que el estudio fue exploratorio no se tomó en consideración esta variable, la estimaremos mediante la pendiente de la curva ajustada de los estudiantes reprobados y desertores.

**Tabla 1.**

*Rendimiento académico de los estudiantes matriculados en la Licenciatura en Docencia de Matemática 2010, asignaturas instrumentales*

ABREVIATURA	MATRICULADOS	REPROBADOS	DESERTORES	APROBADOS
FIS 171	11	0	3	8
FIS 172	10	0	1	9
INF 253	9	0	0	9
MAT 272	9	0	2	7
EST 231	8	0	0	8
EST 311	11	0	1	10
INF 441	7	0	0	7

**Tabla 2.**

*Rendimiento académico de los estudiantes matriculados en la Licenciatura en Docencia de Matemática 2010, asignaturas generales*

ABREVIATURA	MATRICULADOS	REPROBADOS	DESERTORES	APROBADOS
QM 171	9	1	1	7
BIO 171	14	6	2	6
ESP 120A	8	0	2	6
ING 120A	9	0	1	8
EDU FIS 213	8	0	0	8
FIS 303	11	0	0	11
BIO 342	7	0	0	7

**Tabla 3.**

*Rendimiento académico de los estudiantes matriculados en la Licenciatura en Docencia de Matemática 2010, asignaturas fundamentales*

ABREVIATURA	MATRICULADOS	REPROBADOS	DESERTORES	APROBADOS
MAT 170	11	5	1	5
MAT 141	11	1	5	5
MAT 151	12	3	2	6
MAT 212	8	0	2	6
MAT 252	6	1	0	5
MAT 261	6	0	1	5
MAT 251	5	0	0	5
MAT 262	7	0	0	7
MAT 331	13	5	0	8
MAT 351	11	5	2	4
MAT 352	12	0	1	11
MAT 353	13	3	0	10
MAT 421	14	0	0	14
MAT 355	9	4	3	2
MAT 431	15	0	0	15

**Tabla 4.**

*Rendimiento académico de los estudiantes matriculados en la Licenciatura en Docencia de Matemática 2010, asignaturas de especialidad básica*

ABREVIATURA	MATRICULADOS	REPROBADOS	DESERTORES	APROBADOS
DESEDU 131	9	0	1	8
PSIPED 132	10	0	0	10
DESEDU 142	11	0	1	9
PSIPED 211	7	0	1	6
DIDTEC 241	7	0	0	7
DESEDU 222	5	0	0	5
DIDTEC 232	7	0	0	7
MAT 321	12	0	0	12
CURRI 301	12	0	1	11
ADMSUP 341	11	0	0	11
MAT 342	15	0	2	13
PSIPED 322	9	0	0	9
EV.IN. 332	10	0	4	6
MAT 411	8	0	0	8
DIDTEC 461	7	0	1	6
DIDTEC 551	6	0	0	6

Teniendo en consideración los tres años (2010, 2011 y 2012), se estiman las tasas de cada grupo de materia.

**Tabla 5.**

*Tasas de la población de la Licenciatura en Docencia de Matemática, asignaturas instrumentales*

AÑO	$\lambda$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$
2010	0.09	0.9	0	0.11
2011	0.17	0.8	0.01	0.11
2012	0.2	0.75	0.04	0.11

**Tabla 6.**

*Tasas de la población de la Licenciatura en Docencia de Matemática, asignaturas generales*

AÑO	$\lambda$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$
2010	0.09	0.83	0.08	0.21
2011	0.53	0.4	0.06	0.21
2012	0.14	0.69	0.08	0.21

**Tabla 7.**

*Tasas de la población de la Licenciatura en Docencia de Matemática, asignaturas fundamentales*

AÑO	$\lambda$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$
2010	0.11	0.71	0.16	0.12
2011	0	0.88	0.11	0.12
2012	0.15	0.74	0.11	0.12

**Tabla 8.**

*Tasas de la población de la Licenciatura en Docencia de Matemática, asignaturas de especialidad básica*

AÑO	$\lambda$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$
2010	0.07	0.93	0	0
2011	0.18	0.81	0	0
2012	0.05	0.94	0	0

## METODOLOGIA

El modelo que tomaremos se basa en ecuaciones diferenciales ordinarias para describir la dinámica del número de estudiantes matriculados, reprobados, desertores y aprobados por el tipo de asignatura global (general, fundamental e instrumental). Este modelo es producto de considerar los modelos presentados por Kermack & McKendrick (1927); Park, & Choe (2020) y Zhang, Cai, & Luo (2020).

Supongamos que hay una población de estudiantes  $N$  en la asignatura, y definamos las siguientes variables:

- $S(t)$ : Número de estudiantes matriculados en el tiempo  $t$ .
- $R(t)$ : Número de estudiantes reprobados en el tiempo  $t$ .
- $D(t)$ : Número de estudiantes desertores en el tiempo  $t$ .
- $A(t)$ : Número de estudiantes aprobados en el tiempo  $t$ .

Entonces, el modelo se puede expresar por el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias:

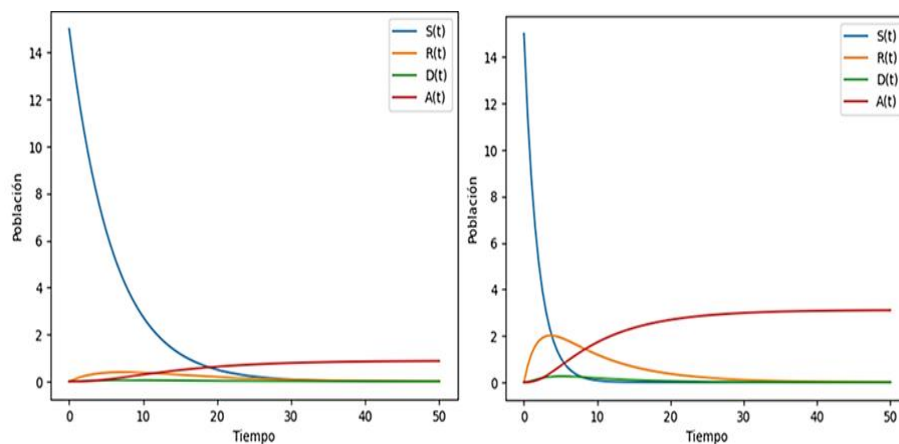
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = -\lambda S(t) \dots (1) \\ \frac{dR}{dt} = \gamma S(t) - \alpha R(t) \dots (2) \\ \frac{dD}{dt} = \alpha R(t) - \beta D(t) \dots (3) \\ \frac{dA}{dt} = \beta D(t) \dots (4) \end{array} \right.$$

La ecuación (1) indica que la tasa de cambio de estudiantes matriculados es igual a la tasa de deserción multiplicada por el número actual de estudiantes matriculados. La ecuación (2) indica que la tasa de cambio de estudiantes reprobados es igual a la tasa de reprobación multiplicada por el número actual de estudiantes matriculados, menos la tasa de abandono multiplicada por el número actual de estudiantes reprobados. La ecuación (3) indica que la tasa de cambio de estudiantes desertores es igual a la tasa de abandono multiplicada por el número actual de estudiantes reprobados, menos la tasa de deserción multiplicada por el número actual de estudiantes desertores. La ecuación (4) indica que la tasa de cambio de estudiantes aprobados es igual a la tasa de aprobación multiplicada por el número actual de estudiantes desertores.

Se tomaron en consideración  $N = 15$  estudiantes y las tasas del 2011 para ver su comportamiento en la figura 1 y figura 2.

**Figura. 1**

*Asignaturas instrumentales (Izquierda) y asignaturas generales (Derecha)*





Considerando las tasas del 2011 de las asignaturas instrumentales, podemos analizar la dinámica del sistema. En particular, podemos calcular los puntos críticos y su estabilidad.

Los puntos críticos son aquellos donde las derivadas son iguales a cero.

$$S^* = 0, R^* = 0, D^* = 0, A^* = 0$$

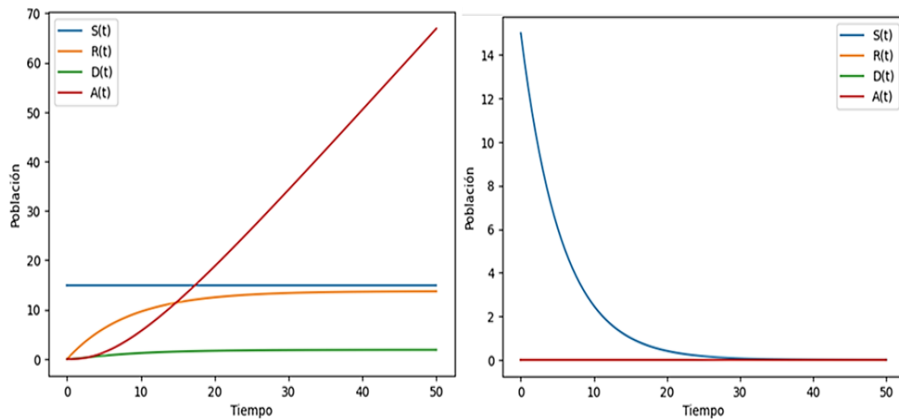
y

$$S^* = \frac{\beta}{\lambda}, R^* = \frac{\gamma}{\alpha}, D^* = \frac{\beta}{\gamma}, A^* = \frac{\beta\gamma}{\alpha\lambda}$$

El punto crítico corresponde cuando no hay población en el sistema y también cuando hay un número constante de estudiantes en cada categoría.

**Figura. 2**

*Asignaturas fundamentales (Izquierda) y asignaturas de especialidad básica (Derecha)*



Se calculo la matriz Jacobiana y se evaluaron sus valores propios. En este caso, la matriz Jacobiana es:

$$J = \begin{bmatrix} -\lambda & 0 & 0 & 0 \\ \gamma & -\alpha & 0 & 0 \\ 0 & \beta & -\beta & \alpha \\ 0 & 0 & \beta & 0 \end{bmatrix}$$

Evaluando los valores propios en el primer punto crítico, obtenemos cuatro valores propios negativos, lo que indica que este punto crítico es estable. En el segundo punto crítico, los valores propios son negativos para  $S^*$  y  $A^*$ , pero positivos para  $R^*$  y  $D^*$ , lo que indica que este punto crítico es inestable.

Estos parámetros sugieren que la tasa  $\alpha$  es más baja que la tasa  $\beta$ , lo que podría indicar que el número de estudiantes aprobados siempre será mayor que el número de los que la abandonan. La tasa  $\gamma$  es muy baja, lo que indica que los estudiantes no suelen reprobado en las asignaturas instrumentales en la mayoría de los casos.

El análisis anterior se puede hacer en las demás materias y ver su estabilidad.

## CONCLUSIONES

El análisis realizado sobre la dinámica de los estudiantes considerando el ejemplo las asignaturas instrumentales durante el año 2010 proporciona información valiosa para entender el comportamiento de los estudiantes.

Se encontró que la tasa de deserción es alta, lo que sugiere que muchos estudiantes abandonan estas asignaturas antes de finalizarlas. Sin embargo, la tasa de abandono después de reprobado es baja, lo que indica que los estudiantes que reprobado prefieren continuar en la asignatura en lugar de abandonarla. Además, la tasa de reprobación es muy baja, lo que sugiere que los estudiantes tienen un alto nivel de aprobación en estas asignaturas.

Al analizar los puntos críticos del modelo, se encontró que el punto crítico donde no hay población en el sistema es estable, lo que indica que una vez que los estudiantes abandonan la asignatura, es poco probable que regresen. El segundo punto crítico, donde hay un número constante de estudiantes en cada categoría, es inestable, lo que indica que cualquier perturbación en el sistema puede llevar a cambios drásticos en el número de estudiantes en cada categoría.

Hay que tener en consideración que la tasa de abandono ( $\alpha$ ) fue estimada y esto podría traer consigo cambios en el comportamiento de la población en el modelo.

En conclusión, estos resultados sugieren que es necesario enfocarse en reducir la tasa de deserción en las asignaturas instrumentales, ya que muchos estudiantes abandonan estas asignaturas antes de finalizarlas. Además, es importante seguir manteniendo una

alta tasa de aprobación y baja tasa de reprobación en estas asignaturas. Esto podría lograrse mediante la implementación de programas de apoyo académico y la mejora en la calidad de la enseñanza en estas asignaturas.

## REFERENCIAS

- Ardila, A., & Murillo, M. (2014). Diagnóstico Académico-Curricular de la Licenciatura en Docencia de Matemática.
- González-Campos, J. A., Carvajal-Muquillaza, C. M., & Aspeé-Chacón, J. E. (2020). Modeling of university dropout 0000111 using Markov chains. *Uniciencia*, 34(1), 129– 146. <https://doi.org/10.15359/RU.34-1.8>
- Kermack, W. O., & McKendrick, A. G. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, 115(772), 700–721. <https://doi.org/10.1098/rspa.1927.0118>
- Park, H., & Choe, Y. (2020). Mathematical modeling for COVID-19 transmission with undetected cases. *Journal of Korean Medical Science*, 35(13), e143. <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e143>
- Sandoval-Palis, I., Naranjo, D., Vidal, J., & Gilar-Corbi, R. (2020). Early Dropout Prediction Model: A Case Study of University Leveling Course Students. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 9314, 12(22), 9314. <https://doi.org/10.3390/SU12229314>
- Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89. <https://doi.org/10.2307/1170024>
- Torres, M. (2015). Análisis de la deserción de los estudiantes de primer ingreso de la licenciatura en administración financiera y negocios internacionales de la Universidad de Panamá. Año 2014. Universidad de Panamá.
- Zhang, J., Cai, W., & Luo, S. (2020). Mathematical model of COVID-19 with preventive measures and optimal control analysis. *Chaos, Solitons & Fractals*, 140, 110123. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110123>