

Predicción del rendimiento académico mediante técnicas del análisis multivariado en la asignatura de ecuaciones diferenciales.

Prediction of academic performance by means of multivariate analysis techniques in the subject of differential equations.

Paola Proaño - Molina¹[0000-0001-9201-5768], Santiago Ulloa - Cortazar²[0000-0001-6403-6780], Aracelys Hernández³[0000 0002 6094 4826], Alfonso Gunsha – Morales⁴[0000-0002-1485-1522]

¹ Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador, ² Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo, Ecuador

² Universidad de Carabobo, Venezuela, ² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

¹pproano8529@utm.edu.ec, ²smulloa@espe.edu.ec,
³arhernan@uc.edu.ve, ⁴agunsham@uteq.edu.ec

CITA EN APA:

Proaño Molina, P., Ulloa Cortazar, S., Hernández, A., & Gunsha Morales, A. (2023). Predicción del rendimiento académico mediante técnicas del análisis multivariado en la asignatura de ecuaciones diferenciales. *Tesla Revista científica.*, 3(1).
<https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e126>

Recibido: 04 de enero del 2023.

Revisado: 05 al 20 enero 2023.

Corregido: 09 de febrero 2023.

Aceptado: 15 de febrero 2023.

Publicado: 20 de febrero 2023.

TESLA

Revista Científica

ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen. El rendimiento académico de un estudiante se ha asociado a diversos factores personales, sociales e institucionales. El objetivo de esta investigación es determinar los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de ecuaciones diferenciales. Para evaluar el impacto de este trabajo se aplicaron técnicas multivariantes como la regresión logística binaria y el análisis discriminante. Se determinó que las variables tiempo semanal dedicado a la asignatura, tutorías que ayudan a solventar dudas, frecuencia con que desarrollan las actividades académicas, y la frecuencia con la que realizan las tareas contribuye significativamente en el rendimiento académico. A pesar del impacto positivo de esta investigación, aún quedan desafíos por resolver uno de ellos es determinar las estrategias y programas que tienen como finalidad mejorar el desempeño y permanencia de los estudiantes en una institución de educación superior.

Palabras Clave: Técnicas multivariantes, rendimiento académico, ecuaciones diferenciales.

Abstract: The academic performance of a student has been associated with various personal, social and institutional factors. The objective of this research is to determine the factors that affect the academic performance of students in the course of differential equations. To evaluate the impact of this work, multivariate techniques such as binary logistic regression and discriminant analysis were applied. It was determined that the variables weekly time dedicated to the subject, tutorials that help to solve doubts, frequency with which they develop academic activities, and the frequency with which they carry out the tasks contribute significantly to academic performance. Despite the positive impact of this research, there are still challenges to be resolved, one of which is to determine the strategies and programs that aim to improve the performance and permanence of students in a higher education institution.

Keywords: Multivariate techniques, academic performance, differential equations

1. INTRODUCCIÓN

La deserción académica comenzó a ser un problema desde hace muchos años atrás cuando las instituciones hacían un análisis considerando los estudiantes aprobados, los estudiantes reprobados, el futuro de los estudiantes venideros, así como la tasa de titulación. Los organismos que rigen el buen funcionamiento de las universidades públicas y privadas han optado por considerar índices de acreditación, fundamentados en varios aspectos como el número de docentes titulares, la equidad de género en cuanto a los docentes, instalaciones adecuadas para personas con capacidades especiales, así como el numérico de estudiantes reprobados.

El rendimiento académico se define de varias formas, de acuerdo a ciertos autores se considera que es un valor que indica en nivel de aprendizaje de los estudiantes y que depende de varios factores. El rendimiento académico es una parte fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, porque nos permite identificar si el estudiante cumple con los estándares de aprendizaje que dispone el currículo de educación para ser promovido de nivel.

Para (García, 2018), el rendimiento académico es una parte fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, porque nos permite identificar si el estudiante cumple con los estándares de aprendizaje que dispone el currículo de educación para ser promovido de nivel.

De acuerdo a Castrillón et al., (2020), en su trabajo se identifican por medio de una serie de técnicas inteligentes, los principales factores influyentes en el rendimiento académico de un estudiante. Los resultados permitieron establecer que los factores más influyentes en el desempeño académico son la pedagogía de los profesores, los horarios de clase adecuados, la buena relación docente-estudiante, la calidad académica de los docentes y un poco de actividades de trabajo extracurricular. Esto se logró con base en el algoritmo de clasificación bayesiano J48, el cual permite generar un árbol con todo el conjunto de posibles atributos influyentes en el desempeño académico de un estudiante.

La deserción estudiantil, especialmente en los primeros años de la carrera, es una preocupación presente y constante en todas las instituciones de nivel superior cuyo origen se asocia a varios factores, sin embargo, uno de ellos es el bajo rendimiento académico. Para un tratamiento efectivo y eficaz del problema, resultan indispensables la detección temprana de estudiantes en situación de riesgo en términos de abandono o retraso en el alcance del grado, y el diseño e implementación de un plan de acción consecuente.

(Helal et al., 2018), afirma que en la actualidad la búsqueda permanente de la calidad educativa es uno de los objetivos centrales de las instituciones de educación superior. “Con este fin, se ha implementado estrategias y programas diseñados para mejorar el desempeño y la perseverancia de los estudiantes” de esta forma se cumplirá con los indicadores de calidad que toda institución de educación superior debe cumplir como requisitos mínimos para su funcionamiento.

En el trabajo de (Miguéis et al., 2018) se propone un modelo, apoyado en técnicas de clasificación de minería de datos, que predice el rendimiento académico global de los estudiantes a partir de la

información disponible al finalizar el primer año de los estudiantes universitarios del Viejo Continente. Se usaron técnicas de minería de datos para clasificar y segmentar los estudiantes según su potencial académico con el fin de disminuir los fracasos, mejorar los resultados, conseguir más recursos. Con dicha técnica, los citados autores lograron un nivel de efectividad del 95%.

En las escuelas de posgrado, es evidente el cumplimiento de estándares de calidad. Se cita en esta oportunidad a (Timarán-Pereira et al., 2019) autores que determinaron factores asociados con el rendimiento académico aplicando el método CRISP-DM en una universidad de América Latina a partir de un diseño no experimental, apoyados en la base de datos del ICFES para obtener información socioeconómica, académica e institucional, que representó la base para diseñar un modelo predictivo con la herramienta de minería de datos del software WEKA, empleando árboles de decisión, logrando identificar patrones asociados al desempeño (bueno o malo), los resultados refieren que fue posible generar el modelo de predicción.

En el trabajo realizado por (Rico Páez et al., 2018) cuyos participantes fueron estudiantes de Centroamérica, se “presenta la construcción de un modelo predictivo del rendimiento académico mediante el algoritmo Naïve Bayes, el modelo construido permite a los profesores identificar desde el inicio de sus cursos qué factores influyen en el rendimiento académico y qué estudiantes tienen mayor probabilidad de aprobar y reprobado. Así, los profesores tienen la oportunidad de diseñar estrategias de prevención y disminuir las estrategias de recuperación que impliquen que el estudiante repruebe alguna evaluación parcial, para que ellos puedan realizar algún tipo de intervención.

Para (Contreras et al., 2020) en su propuesta, plantea la selección de variables que influyen en la predicción del rendimiento en estudiantes de ingeniería de una universidad de América Latina por diferentes metodologías. Se implementaron algoritmos de clasificación a través del lenguaje de programación Python como árbol de decisión, K vecinos más cercanos, perceptrón y otros, los cuales son comparados para conocer el mejor resultado de predicción. Las variables que más influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería son: edad, género, puntaje ICFES para aptitud matemática, puntaje global ICFES, valor de matrícula y puntaje ICFES para condición matemática y cohorte.

El objetivo del trabajo de fin de master realizado por (Bonilla, 2021) investigación fue utilizar un software libre como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en estudiantes de la ESPOCH. La autora afirma que “para lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje exitoso se deben considerar múltiples factores, como, la formación de los profesores, su seguridad sobre la disciplina, la didáctica utilizada, la autonomía de trabajo, el nivel cultural y el clima escolar”. El éxito académico estudiantil universitario es un logro que no todos los estudiantes lo pueden hacer realidad.

El rendimiento académico es una variable multifactorial. Existen varios estudios que incluyen solo factores personales y socioeconómicos. Sin embargo, para la predicción de datos se puede hacer mediante la analítica de datos o minería de datos que considera múltiples variables para su estudio.

(Barzola, 2019) en su trabajo final de tesis propone el análisis del rendimiento académico mediante análisis descriptivo y la utilización de una de las técnicas del análisis multivariado en estudiantes de primer nivel de la ESPOL. La regresión lineal múltiple y un análisis de segmentación jerárquica mediante CHAID. Entre algunas de las variables independientes está el género, la edad, el estado civil, la autodenominación étnica, etc

En la tesis de fin de master realizado por (Loza & Vinueza, 2021) se diseña un modelo matemático predictivo, que permite identificar de forma temprana los casos de estudiantes del Instituto Tecnológico Luis Martínez que presentan mayor probabilidad de desertar, para que la institución pueda aplicar medidas preventivas que evitan dichos casos de deserción. El diseño de obtuvo mediante un análisis multivariable con regresión logarítmica” La deserción estudiantil es una situación latente en cada institución de educación superior, por lo que el poder identificar los patrones de los estudiantes con este tiempo de inconvenientes ayudaría en la toma de decisiones futuras y en la elaboración de un posible plan de contingencia para que los estudiantes no abandonen sus estudios universitarios.

De acuerdo a la revisión de la literatura varios son los factores que influyen en el rendimiento académico, sin embargo, para esta investigación se consideró como variables independientes el género, los estudios previos, la repitencia de la asignatura, las tutorías académicas para la asignatura, el cumplimiento de las actividades académicas, entre otras. La importancia del rendimiento académico es un aspecto a considerar en todo nivel educativo.

En el trabajo realizado por (Martínez Pérez et al., 2020) se determinó la relación de factores que influyeron en el rendimiento académico de estudiantes de medicina, se aplicaron pruebas estadísticas como t- student y chi cuadrado para validar los datos. Se determinó que el índice académico en preuniversitario y el promedio de las pruebas de ingreso a la universidad fueron significativamente superiores.

En el diseño mixto realizado por (Castillo-Sánchez et al., 2020), se identificaron que los factores relacionados con el estudiantado como el sexo, el área de procedencia, el tipo de colegio donde cursaron la secundaria, la carrera seleccionada. Entre los factores determinantes de un bajo rendimiento académico están priorización hacia otra materia, falta de conocimientos previos, falta de interés, estrategias inadecuadas de enseñanza aprendizaje.

En el trabajo realizado por (Tacca Huamán et al., 2019) se destaca la importancia de considerar los aspectos cognitivos, afectivos y sociales inmersos en el proceso de aprendizaje. Los resultados indican que las estrategias neurodidácticas se correlacionan positivamente con la satisfacción y el rendimiento académico. se determinó que existe una relación moderada entre la satisfacción y el rendimiento académico socioemocionales presentan un coeficiente de correlación más alto con la satisfacción.

En el trabajo de (Trigueros Ramos & Navarro Gómez, 2019) se analizó a través de un modelo de ecuaciones estructurales la influencia del docente sobre la motivación, las estrategias de metacognición y pensamiento crítico y el rendimiento académico del alumnado durante las clases de cultura física.

Desde el punto de vista de la estadística multivariante se puede realizar modelos de predicción fundamentado en un análisis discriminante o un modelo de regresión, cada modelo con variables independientes y otras dependientes, cada variable con su respectivo valor nominal. Es necesario mencionar a investigaciones realizadas cuya finalidad fue realizar un análisis de predicción.

En la investigación realizada por (Gutiérrez-Monsalve et al., 2021) se considera un discriminante canónico y una regresión logística para establecer la asociación entre las variables pedagógicas, institucionales y sociodemográficas y el rendimiento académico considerando información de los sistemas administrativos. Tanto el análisis discriminante como la regresión logística permitieron establecer los factores que explican el bajo rendimiento universitario.

En el trabajo realizado por (Sevilla Santo et al., 2018) se determinó que los factores personales e institucionales que determinan el rendimiento académico de los estudiantes de una maestría es un análisis de regresión y análisis discriminante. El estudio reportó que la experiencia en investigación, los hábitos de estudio y la autoestima son los factores que más influyen en el rendimiento académico de los estudiantes del programa.

Para (Sevilla Santo et al., 2018) las variables que influyen en el aprendizaje y posterior en el rendimiento académico están las variables afectivo emocionales relacionadas con el estrés cotidiano. en este trabajo se investigó las asociaciones entre el estrés cotidiano infantil, las estrategias de aprendizaje y la motivación académica para 3 grupos de rendimiento.

Para evaluar la relación educativa y el rendimiento de los estudiantes de cuatro unidades educativas del distrito Chone-Flavio Alfaro. Al conjunto de datos obtenido se aplicó las técnicas: K-medias, análisis de conglomerados, análisis discriminante y comparaciones no paramétricas. Los estudiantes con alta relación educativa mostraron que la ocupación materna tuvo más efecto positivo en el logro de los jóvenes. (Intriago et al., 2023)

(Rodríguez. José, 2018) en su tesis de master analiza 15 variables de las cuales hay una variable dependiente denominada promedio y 14 variables predictoras organizadas así: dos de responsabilidad, dos de acompañamiento, dos de motivación, dos de expectativa, una de convivencia, dos de nivel familiar, dos de cumplimiento de normas, otra de rendimiento académico. La nota límite que identifica el nivel Superior del nivel Bajo es la calificación de 6,0 a 10,0 puntos indicando buen rendimiento y tipificado como Superior, Alto y Básico en el caso de 4 grupos, para el caso de 3 grupos Medio y Alto, para el caso de 2 grupos o último análisis se tipifica como Aprueba, aplicando a cada caso toda la estructura discriminante y comparativamente con el método Kernel.

En el trabajo de investigación realizado por (Ruiz et al., 2018) se aborda un informe estadístico centrado en caracterizar el rendimiento académico de alumnos universitarios, a partir de la determinación de variables asociadas, aplicando técnicas estadísticas del Análisis Multivariado. Los análisis efectuados se basan en datos provenientes de una encuesta realizada a los alumnos. Mediante un Análisis Factorial de

Correspondencias Múltiples, Análisis de Conglomerados y Análisis de Discriminación Logística, se pudieron identificar tipologías de alumnos y variables influyentes que diferencian a los alumnos según su rendimiento. Los resultados aportan herramientas que permiten realizar un válido diagnóstico para orientar de manera efectiva las intervenciones que realice la institución educativa.

Regresión logística binaria: Se usa cuando se tiene una variable dependiente cuya respuesta está expresada en forma dicotómica (éxito o fracaso) y se desea estudiar el efecto que otras variables independientes tiene sobre ella. La regresión logística se basa en la función logística (1) comprendida entre los valores de $0 < f(z) < 1$.

$$f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (1)$$

Los supuestos de la regresión logística son:

- Linealidad.
- Observaciones independientes.
- Multilinealidad
- No existen valores atípicos extremos.
- No autocorrelación.

Para conocer la influencia que tiene cada una de las variables independientes sobre la variable dependiente fue necesario analizar la bondad de ajuste del modelo a partir del Odds Ratio, el estadístico Wald, el valor de la verosimilitud, el Test de Hosmer Lemeshow y el coeficiente R cuadrado

Análisis Discriminante: es una técnica que se utiliza para clasificar distintos individuos en grupos o poblaciones multivariadas con el fin de estudiar diferencias entre estos, donde la variable dependiente es dicotómica y las variables independientes (variables clasificadoras o discriminantes) son métricas o cuantitativas.

A partir de q grupos donde se asignan a una serie de objetos y de p variables medidas sobre ellos (x_1, \dots, x_p) se trata de obtener para cada objeto una serie de puntuaciones que indican el grupo al que pertenecen (x_1, \dots, x_p) , de modo que sean funciones lineales de ellos x_1, \dots, x_p . A la ecuación 2 se denota como la función lineal discriminante

$$y_1 = a_{11}x_1 + \dots + a_{1p}x_p + a_{10} \quad (2)$$

Para (de Diego Lago, 2015) función discriminante minimiza la probabilidad de equivocarse al clasificar los individuos en cada grupo, para ello debe cumplir con los siguientes supuestos:

- Distribución normal multivariante
- Igualdad de matrices de varianza – covarianza
- Linealidad
- Ausencia de multicolinealidad.

La bondad de ajuste de una función discriminante se explica mediante el coeficiente de correlación canónica, el ANOVAS univariados, M de Box, Lamda de Wilks, Distancia de Mahalanobis, menor razón de F y V de Rao. Efectos de dispersión adicionales entre partículas de polvo y aerosoles.

2. METODOLOGÍA

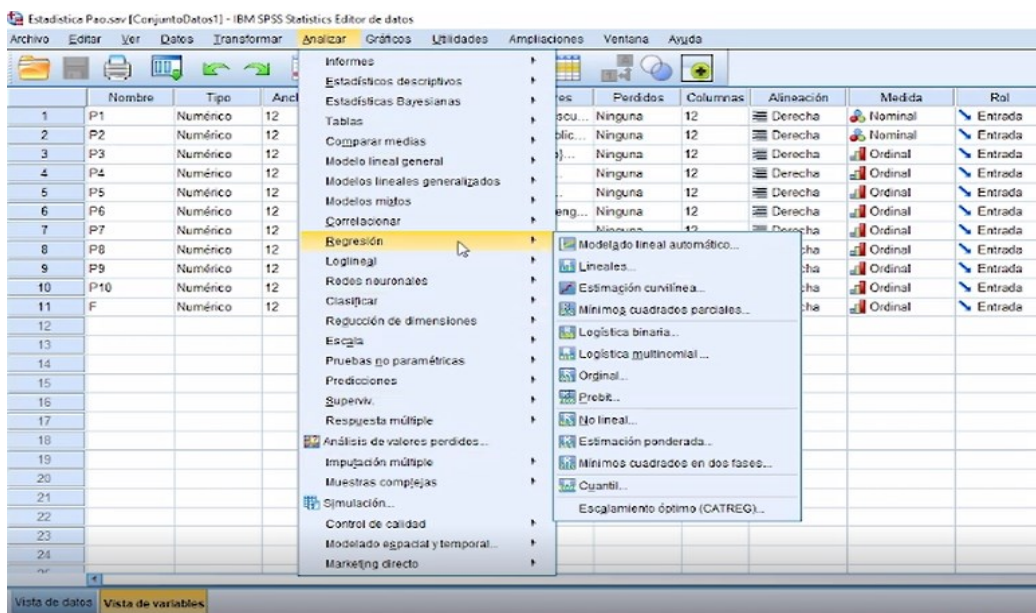
El objetivo de este trabajo es determinar cuáles factores de índole académica, familiar, personal y social influyen en el rendimiento académico de un grupo de 94 estudiantes de las carreras técnicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para lo cual se aplicaron técnicas del análisis multivariado. La recolección de la información se hizo mediante preguntas estructuradas. En la figura 1 se observa que las respuestas obtenidas, se codificaron numéricamente. Para el análisis de datos que se realizó mediante el software SPSS versión 26. Para la obtención de las predicciones se consideró como referencia el promedio de aprobación de la asignatura de cada estudiante. La categorización se hizo de forma descendente, ya que es un requisito del software para que los valores tengan significancia en los resultados.

Fig. 1 Codificación numérica.

3. Usted trabaja los fines de semana?	4. En la institución existe tutorías académicas?	6. ¿Cuál es el tiempo semanal dedicado a la asignatura de ecuaciones diferenciales, fuera de clase?	7. ¿Las tutorías académicas de la asignatura, han ayudado a solventar dudas?	8. ¿Cuál es el número de veces que ha cursado la asignatura de ecuaciones diferenciales?	9. ¿Con qué frecuencia desarrolla las actividades que el docente solicita en clase?	10. ¿Con qué frecuencia realiza de forma consistente las tareas de la asignatura de ecuaciones diferenciales?	NOTA FINAL
0	1	2	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
1	0	3	0	Una vez	Casi siempre	Casi siempre	Aprobó
0	1	1	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
0	1	3	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
0	0	2	0	Una vez	Casi siempre	Casi siempre	Aprobó
0	0	1	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
0	0	1	1	Una vez	Casi siempre	Muy pocas veces	Aprobó
0	0	1	0	Una vez	Muy pocas veces	Casi siempre	Desaprobó
1	1	2	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
1	0	2	1	Una vez	Casi siempre	Casi siempre	Aprobó
1	0	4	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
0	0	1	1	Una vez	Siempre	Muy pocas veces	Aprobó
1	0	3	1	Una vez	Casi siempre	Casi siempre	Aprobó
0	0	3	0	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
1	0	2	1	2 veces	Casi siempre	Siempre	Aprobó
0	0	1	1	Una vez	Casi siempre	Muy pocas veces	Aprobó
0	0	3	1	Una vez	Casi siempre	Casi siempre	Aprobó
0	1	3	1	Una vez	Siempre	Siempre	Aprobó
0	0	4	1	Una vez	Casi siempre	Casi siempre	Aprobó
0	1	1	1	Una vez	Casi siempre	Muy pocas veces	Aprobó
0	0	4	1	Una vez	Casi siempre	Siempre	Aprobó
0	0	2	1	Una vez	Muy pocas veces	Casi siempre	Desaprobó
0	1	1	1	Una vez	Muy pocas veces	Muy pocas veces	Desaprobó

En la figura 2, se observa la ruta a seguir para la ejecución del análisis discriminante y la regresión logística, respectivamente.

Fig. 2 Ruta para la ejecución de las técnicas.



3. RESULTADOS

Luego de ejecutar las técnicas en SPSS, se obtienen las tablas de regresión, así como los supuestos y las tablas más relevantes. Con base en los resultados obtenidos en la Tabla 1, se puede constatar que el índice de Durbin-Watson se encuentra entre los valores de 1 y 3, lo que implica el cumplimiento del supuesto de no multicolinealidad, es decir, todas las variables brindan información independiente en el modelo de regresión logística, por lo que se ajusta adecuadamente al modelo propuesto.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Cerón (2020) en donde no se evidenció correlación entre variables, puesto que el coeficiente de Durbin Watson fue aproximado a 2.

En el trabajo realizado por (Baños et al., 2019), en cual se hizo un análisis de regresión múltiple con SPSS para un conjunto de datos, se verifica la independencia de los errores mediante el coeficiente de Durbin Watson. Se consideran independientes si el estadístico oscila entre los valores de 1,5 y 2,5. El valor obtenido en la investigación fue de 1.945 que verifica los errores en la medición de las variables explicativas sean independientes entre cada una de ellas.

Tabla 1 Verificación de supuestos del modelo de regresión logística mediante Durbin-Watson

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,729 ^a	,531	,474	,3298	2,066

De acuerdo a los resultados en la Tabla 2, se visualiza que los valores obtenidos en el FIV oscilan de 1 a 2 y los valores de tolerancia son mayores a 0,01 por lo que se cumple con el supuesto de no multicolinealidad.

Tabla 2 Verificación de supuestos del modelo de regresión logística mediante factor de inflación de varianza (VIF)

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Desv. Error				Tolerancia	VIF
(Constante)	-,801	,286		-2,797	,006		
Género	-,029	,120	-,019	-,243	,809	,922	1,085
Tipo de establecimiento	,115	,097	,096	1,187	,239	,867	1,154
rendimiento académico en bachillerato	-,025	,039	-,054	-,635	,527	,795	1,258
Trabaja los fines de semana	-,011	,082	-,010	-,132	,895	,930	1,075
En la institución existe tutorías académicas	-,006	,079	-,007	-,082	,935	,780	1,283
Tiempo semanal dedicado a la asignatura	,085	,032	,219	2,640	,010	,822	1,217
Las tutorías ayudan a solventar dudas	,250	,084	,245	2,964	,004	,830	1,204
número de veces que ha cursado la asignatura de ED	,053	,093	,044	,568	,572	,922	1,084
Frecuencia con que desarrolla las actividades	,281	,059	,453	4,739	,000	,619	1,615
Frecuencia con la que realiza de forma consiente las tareas	,157	,064	,246	2,463	,016	,566	1,767

En la Tabla 3, se determina que las variables predictoras del modelo de regresión para la variable independiente calificación son número de créditos matriculados, trabaja, número de veces matriculado en ED, el género, así como la nota de acceso al sistema de admisión. Las variables predictoras comunes para ambas técnicas son el género, si trabaja o no los fines de semana y número de veces que cursa la asignatura.

Según (Martínez et al., 2020) en el análisis de los resultados obtenidos en su investigación permite concluir que la evaluación continua tiene efectos positivos en la nota final del examen y así en el aprendizaje, es decir que si el alumno ha aprovechado la evaluación continua para su aprendizaje esto repercutirá positivamente en su nota. Es evidente que el aporte académico personal de cada estudiante repercutirá en la calificación final de aprobación.

Tabla 3. Variables incluidas en el modelo

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Género	1,969	2,079	,897	1	,344	7,165
Tipo de establecimiento	2,332	1,433	2,648	1	,104	10,302
rendimiento académico en bachillerato	-,323	,456	,501	1	,479	,724
Trabaja los fines de semana	-1,521	,997	2,328	1	,127	,219
En la institución existe tutorías académicas	-1,226	1,164	1,109	1	,292	,294
tiempo semanal dedicado a la asignatura	1,618	,630	6,595	1	,010	5,045
Las tutorías ayudan a solventar dudas	4,012	1,466	7,487	1	,006	55,275
número de veces que ha cursado la asignatura de ED	,901	1,199	,565	1	,452	2,462
Frecuencia con que desarrolla las actividades	3,918	1,132	11,975	1	,001	50,308
Frecuencia con la que realiza de forma consiente las tareas	2,130	,871	5,983	1	,014	8,413
Constante	-22,358	6,924	10,428	1	,001	,000

En la prueba de igualdad de medias de los grupos de la Tabla 4, de acuerdo al valor de p , $p < 0,05$, por ende, existen variables independientes que discriminan al grupo de estudiantes que aprobaron o no la asignatura de ED.

Tabla 4. Prueba de igualdad de media de grupos

	Lambda de Wilks	F	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento académico de matemáticas en bachillerato	,962	3,630	1	92	,060
Trabaja fines de semana	,994	,538	1	92	,465
Existe tutorías académicas	,992	,781	1	92	,379
Tiempo semanal dedicado a la asignatura	,853	15,815	1	92	,000
Las tutorías académicas solventan dudas	,934	6,476	1	92	,013
Número de veces que ha cursado la asignatura	,997	,247	1	92	,620
Frecuencia de desarrollo de actividades	,688	41,678	1	92	,000
Frecuencia en que realiza de forma consiente las tareas	,698	39,898	1	92	,000
Género	,999	,101	1	92	,751
Tipo de establecimiento donde curso bachillerato	,999	,128	1	92	,721

En la Tabla 5, de autovalores se puede apreciar que en la correlación canónica se obtuvo un valor de 0,729, valor que es cercano a 1, esto indica que las variables independientes son capaces de discriminar en dos grupos de estudiantes.

En el trabajo realizado por (Pérez Obregón & Romero Díaz, 2018) se estableció que luego de realizar un modelo de regresión múltiple y ajustar el modelo a uno de regresión logística las variables que predicen las calificaciones son el tiempo destinado para estudiar matemáticas, así como la frecuencia con la que realiza las actividades autónomas. En ambas investigaciones los factores que inciden en el rendimiento académico son del tipo académico.

Tabla 5. Autovalores del análisis discriminante mediante correlación canónica

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	1,132 ^a	100,0	100,0	,729

La Tabla 6, se muestra el cálculo de la función discriminante lineal de Fisher para cada grupo. Con base a las puntuaciones discriminantes obtenidos en esta tabla se clasifica si un estudiante, del que se sabe de antemano a que grupo pertenece, si este aprobó o no de acuerdo a sus repuestas. Para el grupo de estudiantes aprobados el factor que tiene mayor capacidad predictiva es la frecuencia de desarrollo de actividades, le sigue las tutorías académicas, el tiempo semanal de estudio y la frecuencia en que realiza las tareas de forma consiente. De forma general los estudiantes que aprueban la asignatura son aquellos que con frecuencia desarrollan las actividades de clase.

Tabla 6. Coeficientes de función de clasificación

Variables independientes	Nota Final	
	Reprobado	Aprobado
Tiempo semanal dedicado a la asignatura	,756	1,620
Las tutorías académicas solventan dudas	5,818	8,370
Frecuencia de desarrollo de actividades	7,528	10,389
Frecuencia en que realiza de forma consiente las tareas	1,588	3,187
(Constante)	-10,102	-21,258

La función discriminante por grupos se expresa así:

$$Z = b_1X_1 + b_2X_2 \quad (4)$$

- El grupo que reprobó la asignatura de ED, está dado por (5)

$$Z = 0,756(\text{tiempo semanal}) + 5,818(\text{solvetar dudas}) + 7,528(\text{desarrollo de actividades}) + 1,588(\text{realiza tareas}) + (-10,102) \quad (5)$$

- El grupo que aprobó la asignatura de ED, está dado por (6)

$$Z = 1,620(\text{tiempo semanal}) + 8,370(\text{solvetar dudas}) + 10,389(\text{desarrollo de actividades}) + 3,187(\text{realiza tareas}) + (-21,258) \quad (6)$$

En el trabajo realizado por (Delgado, 2020), la función lineal de Fisher para la variable número de créditos aprobados está dada por una cantidad de Matemática, una de razonamiento matemático y química, mientras que para este caso de estudio está en función del tiempo semanal dedicado para el estudio de la asignatura, las tutorías académicas y el cumplimiento de las actividades académicas. El valor de -10,102 es la constante de la función lineal.

4. CONCLUSIONES

Para poder ejecutar la técnica del análisis discriminante y la regresión logística binaria, es necesario verificar los supuestos de cada una de las técnicas, este procedimiento permitirá afirmar la robustez del análisis estadístico.

De acuerdo a los valores obtenidos en la verificación de los supuestos del modelo de regresión logística, no existe colinealidad. Es decir, no existe correlación entre las variables predictoras.

En la prueba de Ómnibus de coeficientes del modelo, la significancia es menor que 0,05 por tanto las variables independientes elegidas para medir el rendimiento académico explican la variable dependiente en la obtención de una nota aprobatoria como promedio de la asignatura de ED.

En la prueba de los predictores de Wald se determinó que acuerdo a la columna de la significancia estadística, se determinó que las variables tiempo semanal dedicado a la asignatura, las tutorías que ayudan a solventar dudas, la frecuencia con que desarrollan las actividades de ED y la frecuencia con que realizan

la tarea de forma constante, tienen una contribución significativa en la variable dependiente que es el rendimiento académico.

En la prueba de Lamda de Wilks, debido al valor de la significancia se afirma que hay diferencias significativas entre las medias multivariantes de los estudiantes que aprobaron o no la asignatura de ED.

De acuerdo a la prueba de igualdad de medias, la significancia es menor que 0,05 es decir que existen variables independientes que discriminan al grupo en los estudiantes que aprobaron o no la asignatura de ED.

El hecho de que un estudiante apruebe o no, depende del tiempo semanal dedicado a la asignatura, la ayuda de las tutorías académicas para solventar dudas, la frecuencia con la que los estudiantes desarrollan las actividades propuestas por el docente y la frecuencia con la que los estudiantes realizan conscientemente sus tareas, lo que influye en su rendimiento académico.

La variable frecuencia con la que los alumnos desarrollan las actividades que el docente solicita en clase es la que más influye en la aprobación de la asignatura. Aquellos estudiantes que desarrollan las actividades solicitadas por el docente en clase tendrán más probabilidades de obtener un rendimiento académico superior, versus aquellos que no cumplen con esa actividad.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

	Proaño, P., Ulloa, S.,	Hernández , A.,	Gunsha, A
Participar activamente en:			
Conceptualización	X		X
Análisis formal	X		X
Adquisición de fondos	X		X
Investigación	X		X
Metodología	X		X
Administración del proyecto	X		X
Recursos	X		X
Redacción –borrador original	X	X	X
Redacción –revisión y edición	X	X	X
La discusión de los resultados	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X	X

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor Juan Carlos Santillán Lima, y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS

- Baños, R., Torrado- Fonseca, M., & Reguant Álvarez, M. (2019). Análisis de regresión lineal múltiple con SPSS: un ejemplo práctico. *REIRE Revista d Innovació i Recerca En Educació*, 12 (2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1344/reire2019.12.222704>
- Barzola, J. (2019). *Diseño de un modelo de predicción del rendimiento académico de los estudiantes de primer nivel de las carreras de Ingeniería de la ESPOL*.
- Bonilla, S. (2021). *Utilización de software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales en ESTUDIANTES* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14724>
- Castillo-Sánchez, M., Gamboa-Araya, R., Hidalgo-Mora, R., Castillo-Sánchez, M., Gamboa-Araya, R., & Hidalgo-Mora, R. (2020). Factores que influyen en la deserción y reprobación de estudiantes de un curso universitario de matemáticas. *Uniciencia*, 34(1), 219–245. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.13>
- Castrillón, O. D., Sarache, W., Ruiz-Herrera, S., Castrillón, O. D., Sarache, W., & Ruiz-Herrera, S. (2020). Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial. *Formación Universitaria*, 13(1), 93–102. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100093>
- Contreras, L. E., Fuentes, H. J., Rodríguez, J. I., Contreras, L. E., Fuentes, H. J., & Rodríguez, J. I. (2020). Predicción del rendimiento académico como indicador de éxito/fracaso de los estudiantes de ingeniería, mediante aprendizaje automático. *Formación Universitaria*, 13(5), 233–246. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000500233>
- Delgado, R. (2020). *Uso de los métodos multivariantes para el análisis del desempeño académico de los estudiantes de la educación superior. (Caso: estudiantes ingresantes en el primer curso de Matemática de la UNALM)*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/14997>
- García, A. E. (2018). *Estilos de aprendizaje y rendimiento académico styles of learning and academic performance*.
- Gutiérrez-Monsalve, J. A., Garzón, J., Segura-Cardona, A. M., Gutiérrez-Monsalve, J. A., Garzón, J., & Segura-Cardona, A. M. (2021). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Formación Universitaria*, 14(1), 13–24. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000100013>
- Helal, S., Li, J., Liu, L., Ebrahimie, E., Dawson, S., Murray, D. J., & Long, Q. (2018). Predicting academic performance by considering student heterogeneity. *Knowledge-Based Systems*, 161, 134–146. <https://doi.org/10.1016/J.KNOSYS.2018.07.042>
- Intriago, N., García, M., Cox - Figueroa, E., & Sánchez, R. (2023). Asociando el estatus socio económico y el rendimiento académico en el distrito Chone. *SANTIAGO*, 160, 1–17.
- Loza, E., & Vinueza, C. (2021). *Diseño de un modelo matemático para estimar la deserción estudiantil mediante técnicas de análisis multivariado en una institución de educación superior* [Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32219>
- Martínez, E. O., Jaén, J. M. S., & Hernández, S. M. (2020). Continuous assessment at university teaching of accounting. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 109–129. <https://doi.org/10.6018/rie.329781>

- Martínez Pérez, J. R., Ferrás Fernández, Y., Bermúdez Cordoví, L. L., Ortiz Cabrera, Y., Pérez Leyva, E. H., Martínez Pérez, J. R., Ferrás Fernández, Y., Bermúdez Cordoví, L. L., Ortiz Cabrera, Y., & Pérez Leyva, E. H. (2020). Rendimiento académico en estudiantes Vs factores que influyen en sus resultados: una relación a considerar. *EDUMECENTRO*, *12*(4), 105–121. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742020000400105&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Miguéis, V. L., Freitas, A., Garcia, P. J. V., & Silva, A. (2018). Early segmentation of students according to their academic performance: A predictive modelling approach. *Decision Support Systems*, *115*, 36–51. <https://doi.org/10.1016/J.DSS.2018.09.001>
- Pérez Obregón, J. M., & Romero Díaz, T. (2018). Análisis del rendimiento académico mediante regresión logística y múltiple. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, *1*(2), 33–42. <https://doi.org/10.30698/recsp.v1i2.10>
- Rico Páez, A., Sánchez Guzmán, D., Rico Páez, A., & Sánchez Guzmán, D. (2018). Diseño de un modelo para automatizar la predicción del rendimiento académico en estudiantes del IPN / Design of a model to automate the prediction of academic performance in students of IPN. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, *8*(16), 246–266. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.340>
- Rodríguez . José. (2018). *Análisis discriminante y comparativo usando métodos kernel para identificar el rendimiento escolar en estudiantes de octavo grado de la institución educativa técnica occidente de*. <https://hdl.handle.net/11059/10700>
- Ruiz, S. B., Herrera, M. B., Romagnano, M. R., Mallea, L. A., & Lund, M. I. (2018). Tipología influyente en el rendimiento académico de alumnos universitarios. *Entre Ciencia e Ingeniería*, *12*(23), 109–116. <https://doi.org/10.31908/19098367.3710>
- Sevilla Santo, D. E., Martín Pavón, M. J., Jenaro Río, C., Sevilla Santo, D. E., Martín Pavón, M. J., & Jenaro Río, C. (2018). Actitud del docente hacia la educación inclusiva y hacia los estudiantes con necesidades educativas especiales. *Innovación Educativa (México, DF)*, *18*(78), 115–141. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732018000300115&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Tacca Huamán, D. R., Tacca Huamán, A. L., Alva Rodriguez, M. A., Tacca Huamán, D. R., Tacca Huamán, A. L., & Alva Rodriguez, M. A. (2019). Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Investigación Educativa*, *10*(2), 15–32. <https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.2.2905>
- Timarán-Pereira, R., Caicedo-Zambrano, J., & Hidalgo-Troya, A. (2019). Árboles de decisión para predecir factores asociados al desempeño académico de estudiantes de bachillerato en las pruebas Saber 11°. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, *9*(2), 363–378. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9184>
- Trigueros Ramos, R., & Navarro Gómez, N. (2019). The influence of the teacher on the motivation, learning strategies, critical thinking and academic performance of high school students in Physical Education. *Psychology, Society and Education*, *11*(1), 137–150. <https://doi.org/10.25115/psye.v10i1.2230>