



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, VINCULACIÓN Y
POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

Aplicación del modelo de regresión logística para la predicción de riesgo de bajo rendimiento académico en estudiantes del noveno año de educación general básica de la unidad educativa “Capitán Edmundo Chiriboga”.

Trabajo de Titulación para optar al título de
Magíster en Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional

AUTOR:

Bone Salas, Javier Alejandro

TUTOR:

Ing. Andres Santiago Cisneros Barahona, PhD.

Riobamba, Ecuador. 2025

Declaración de Autoría y Cesión de Derechos

Yo, **Javier Alejandro Bone Salas**, con número único de identificación **080433171-8**, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: “**APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA PARA LA PREDICCIÓN DE RIESGO DE BAJO RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DEL NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “CAPITÁN EDMUNDO CHIRIBOGA”**” previo a la obtención del grado de Magíster en Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 27 de junio de 2025



Lic. Javier Alejandro Bone Salas

N.U.I. 080433171-8



Dirección de
Posgrado
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO



ACTA DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

En la ciudad de Riobamba, a los veinticinco días del mes de junio del año 2025 los miembros del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo, reunidos con el propósito de analizar y evaluar el Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto de titulación con componente investigación aplicada y/o desarrollo, CERTIFICAMOS lo siguiente:

Que, una vez revisado el trabajo titulado: **““APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA PARA LA PREDICCIÓN DE RIESGO DE BAJO RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DEL NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “CAPITÁN EDMUNDO CHIRIBOGA”,** perteneciente a la línea de investigación: Ingeniería de software, base de datos, programación de sistemas, infraestructura y administración de las tecnologías de la información, redes y comunicación de datos, sistemas de información, análisis y procesamiento de datos, modelado y simulación de sistemas, sistemas operativos, presentado por el maestrante **Bone Salas Javier Alejandro**, portador de la cédula de ciudadanía No. **0804331718** estudiante del programa de **Maestría en Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional**, se ha verificado que dicho trabajo cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo cuanto podemos certificar, en honor a la verdad y para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**ANDRES SANTIAGO
CISNEROS BARAHONA**
Validar electrónicamente con FirmatEC

**Andres Santiago
Cisneros Barahona**

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**ALFREDO RODRIGO
COLCHA ORTIZ**
Validar electrónicamente con FirmatEC

**Alfredo Rodrigo
Colcha Ortiz**

**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 1**



Firmado electrónicamente por:
**LIDIA DEL ROCÍO
CASTRO CEPEDA**
Validar electrónicamente con FirmatEC

**Lidia del Rocío Castro
Cepeda**

**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 2**



Campus La Dolorosa
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec
in movimiento



Dirección de
Posgrado
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 24 de junio de 2025

CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo **Andres Santiago Cisneros Barahona**, certifico que **Javier Alejandro Bone Salas** con cédula de identidad No. **0804331718** estudiante del programa de Maestría en **Matemática Aplicada con mención en Matemática Computacional**, Tercera Cohorte (2024-2025) presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/desarrollo denominado: "APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA PARA LA PREDICCIÓN DE RIESGO DE BAJO RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DEL NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA "CAPITÁN EDMUNDO CHIRIBOGA", el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido COMPILATION identificando el **6%** en el texto y el **1%** en inteligencia artificial.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Andres Santiago Cisneros Barahona, PhD.

TUTOR

Adj.-

- Resultado del análisis de similitud(Compilation)



Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2100 - 2103 - 2217
Riobamba - Ecuador
Unach.edu.ec

Dedicatoria

Queridos padres,

Su constante apoyo y protección me ofrecen una fuerza inquebrantable.

Cada esfuerzo realizado en mi nombre, cada palabra sacrificial susurrada durante mis humillantes derrotas, cada sonrisa durante mis victorias, grandes o pequeñas, se suma para hacer de ustedes lo que son en mi vida: mi mayor inspiración.

Si no hubiera sido por su apoyo, paciencia inquebrantable y confianza en mí, el camino por delante no habría sido posible.

Mi amor y gratitud son grandes, por lo tanto, dedico este trabajo a ustedes como su fiel hijo, sabiendo que, sin ustedes, no habría yo. Este es mi humilde tributo a sus enseñanzas sobre lo que es un ser humano viviente y su amor incondicional por mí.

Con amor y gratitud,

Javier Alejandro Bone Salas

Agradecimiento

Quiero empezar este agradecimiento con mis padres, porque si su apoyo constante, sus consejos y buen ánimo, yo no hubiese podido continuar con mis estudios.

Agradezco a mis compañeros de la maestría, porque pese a que únicamente nos conocíamos por una pantalla y nos veíamos sólo los fines de semana, la fraternidad con la que nos tratábamos era un aliciente ante los momentos estresantes.

También debo agradecer a mis docentes, quienes, con sus conocimientos, eterna paciencia y excelente metodología, me brindaron la pauta para poder seguir auto educándome en los temas de mi interés.

A mi pareja sentimental, quien me brindó mucho amor y compañía durante este trayecto y siempre supo darme palabras de aliento.

Y finalmente, a mi docente tutor, porque supo guiarme con amabilidad en la elaboración y culminación de este trabajo.

Con cariño para todos, atentamente:

Javier Alejandro Bone Salas

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	II
ACTA DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
CERTIFICADO DE CONTENIDO DE SIMILITUD.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	15
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4 OBJETIVOS.....	17
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	17
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PUESTOS DE TRABAJO.....	18
CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	19
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	19
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	21
2.2.1 <i>Constitución de la República del Ecuador (2008)</i>	22
2.2.2 <i>Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)</i>	22
2.2.3 <i>Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval)</i>	22
2.2.4 <i>Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES)</i>	23
2.2.5 <i>Sistema de Calificación Escolar en Ecuador</i>	23

2.3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	24
2.3.1	<i>Rendimiento Académico: Conceptualización y Factores Determinantes.....</i>	<i>24</i>
2.3.1.1	Definición de rendimiento académico.....	24
2.3.1.2	Factores académicos.....	26
2.3.1.3	Factores socioemocionales.....	27
2.3.2	<i>Modelos Predictivos en Educación: Enfoque en la Regresión Logística.....</i>	<i>30</i>
2.3.2.1	Introducción a los Modelos Predictivos.....	30
2.3.2.2	La Regresión Logística y su Aplicación en la Educación.....	30
2.3.2.2.1	Estudios Internacionales.....	30
2.3.2.2.2	Estudios Nacionales.....	32
2.3.2.3	Ventajas y Limitaciones de los Modelos Predictivos.....	34
CAPÍTULO 3 DISEÑO METODOLÓGICO		37
3.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.4	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.6	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	39
3.6.1	<i>Población.....</i>	<i>40</i>
3.6.2	<i>Tamaño de la Muestra.....</i>	<i>40</i>
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....		40
4.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS.....	40
4.2	MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....	41
4.3	MATRIZ DE CONFUSIÓN.....	43
4.4	MÉTRICAS DEL DESEMPEÑO DEL MODELO.....	44
4.5	CURVA ROC DEL MODELO.....	46
4.6	MODELO MATEMÁTICO.....	47
4.7	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	48
CAPÍTULO 5 MARCO PROPOSITIVO.....		50
5.1	PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA.....	50
5.1.1	<i>Propuesta de solución.....</i>	<i>50</i>

5.1.1.1	Objetivo General.....	50
5.1.1.2	Objetivos Específicos	51
5.1.2	<i>ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN</i>	51
5.1.2.1	Talleres de Manejo del Estrés Académico	51
5.1.2.2	Estrategias de motivación académica	51
5.1.2.3	Fortalecimiento de Hábitos de Estudio.....	52
5.1.3	<i>BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN</i>	52
5.1.4	<i>EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO</i>	53
5.1.5	<i>CONCLUSIÓN</i>	53
	CONCLUSIONES	54
	RECOMENDACIONES	55
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	ANEXOS	61
	ANEXO A. CUESTIONARIO SOBRE LA MOTIVACIÓN ACADÉMICA	61
	ANEXO B. CUESTIONARIO SOBRE LOS HÁBITOS DE ESTUDIO.....	62
	ANEXO C. CUESTIONARIO SOBRE EL ESTRÉS ACADÉMICO	63
	ANEXO D. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO.....	64
	ANEXO E. DEPURACIÓN DE LOS DATOS	65
	ANEXO F. CREACIÓN DEL MODELO.....	66
	ANEXO G. EVALUACIÓN DEL MODELO.....	67
	ANEXO H. MATRIZ DE CONFUSIÓN	68
	ANEXO I. CURVA ROC DEL MODELO.....	68
	ANEXO J. CÁLCULO DEL R^2	69
	ANEXO K. ALFA DE CRONBACH PARA LA ENCUESTA SOBRE MOTIVACIÓN ACADÉMICA	69
	ANEXO L. ALFA DE CRONBACH PARA LA ENCUESTA SOBRE HÁBITOS DE ESTUDIO	69
	ANEXO M. ALFA DE CRONBACH PARA LA ENCUESTA SOBRE ESTRÉS ACADÉMICO.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Categorización de las variables</i>	41
Tabla 2 <i>Interpretación de coeficientes</i>	41
Tabla 3 <i>Evaluación del modelo</i>	42
Tabla 4 <i>Análisis de la matriz de confusión</i>	44
Tabla 5 <i>Métricas y desempeño del modelo</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Matriz de confusión del modelo</i>	43
Figura 2 <i>Curva ROC del modelo</i>	46

Resumen

En el presente trabajo de titulación, titulado “Aplicación del modelo de regresión logística para la predicción de riesgo de bajo rendimiento académico en estudiantes del noveno año de educación general básica de la Unidad Educativa Capitán Edmundo Chiriboga”, se desarrolló un modelo matemático con el fin de anticipar qué estudiantes podrían presentar un bajo rendimiento académico. Para poder llevarlo a cabo, se tomaron en cuenta variables como el estrés académico, la motivación académica y los hábitos de estudio.

Con base en los resultados obtenidos, se pudo evidenciar que el estrés académico tiene un fuerte impacto positivo en el bajo rendimiento académico de los estudiantes, mientras que la motivación académica y los hábitos de estudios demostraron tener un impacto negativo, es decir, que mientras más motivado esté un estudiante y practique mejores hábitos de estudio, el riesgo de bajo rendimiento académico disminuye. Los resultados del modelo demuestran que todos estos factores son significativos, lo cual es importante que son los aspectos socioemocionales en el aprendizaje.

Al validar el modelo, se obtuvo un muy buen nivel de precisión. La curva ROC mostró un área bajo la curva importante, lo que indica que el modelo tiene una muy buena capacidad predictiva. Además, la matriz de confusión mostró una alta tasa de aciertos en aquellos estudiantes que están en riesgo de padecer un bajo rendimiento académico (98,3% de verdaderos positivos), lo que confirma que el modelo sí puede ser utilizado como una herramienta predictora.

El análisis de los datos se realizó utilizando R Studio, ya que, gracias a sus herramientas dedicadas al procesamiento de datos, el modelo matemático fue diseñado con facilidad.

Palabras claves: *Regresión logística, bajo rendimiento académico, modelo predictivo, Educación General Básica, métodos cuantitativos.*

Abstract

The current research, titled “Application of the Logistic Regression Model for Predicting the Risk of Low Academic Performance Among Ninth-Grade Students at Unidad Educativa Capitán Edmundo Chiriboga,” presents the development of a mathematical model aimed at identifying students at risk of low academic performance. The model incorporates key predictive variables, including academic stress, academic motivation, and study habits. The analysis revealed that academic stress has a strong positive correlation with low academic performance, whereas academic motivation and effective study habits are associated with a reduced risk. These findings highlight the significant influence of socioemotional factors on student learning outcomes. Model validation demonstrated high predictive accuracy. The Receiver Operating Characteristic (ROC) curve indicated a substantial area under the curve, confirming the model’s strong predictive capacity. Furthermore, the confusion matrix yielded a true positive rate of 98.3% for identifying students at risk, supporting the model’s practical applicability as a diagnostic tool. Data processing and model construction were carried out using R Studio, which facilitated efficient statistical analysis and model implementation through its robust data science capabilities.

Key words: *Logistic regression, low academic achievement, predictive model, General Basic Education, quantitative methods.*

Reviewed by

ADRIANA
XIMENA
CUNDAR
RUANO

Firmado digitalmente
por ADRIANA XIMENA
CUNDAR RUANO
Fecha: 2025.06.27
12:24:01 -05'00'

MsC. Adriana Cundar Ruano, Ph.D.
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1709268534

Introducción

Es innegable que el rendimiento académico todavía sigue siendo un desafío en casi todos los contextos educativos, siendo una de las poblaciones afectadas los estudiantes del noveno año de Educación General Básica ya que se encuentran cursando una etapa crucial de su vida estudiantil. Por todo ello, en rendimiento académico no se puede explicar sólo considerando la parte académica, ya que los factores sociales, personales y emocionales también inciden. Por eso, es necesario identificar de manera temprana qué elementos están influyendo negativamente en el desempeño escolar, para poder brindar el apoyo oportuno que cada estudiante necesita.

Es claro que esta situación no se puede explicar tomando únicamente la parte académica, ya que se ha demostrado los aspectos socioemocionales también juegan un papel importante en este hecho, es por eso que es importante buscar la manera de detectar de manera temprana qué elementos están contribuyendo negativamente al desempeño académico de los estudiantes para poder brindar el apoyo que se necesite.

Lo más importante de este trabajo es que puede detectar a tiempo a aquellos estudiantes que estarán en bajo rendimiento académico, facilitando la implementación de acciones preventivas más eficaces. Además, no solamente los estudiantes se verían beneficiados, sino también toda la comunidad educativa, ya que la intervención oportuna de los docentes y autoridades puede reducir drásticamente los supletorios y pérdidas de año.

Con respecto al marco metodológico, se eligió realizar una investigación cuantitativa porque se requería de información cuantificable a través de la aplicación de encuestas a los estudiantes. Gracias a toda la información, se logró crear un modelo de regresión logística que ayudó a comprender de qué manera los factores socioemocionales están relacionados con el rendimiento académico del estudiante.

Lo que se espera con la realización de esta investigación es que las instituciones educativas implementen estrategias de intervención adecuadas cuando detecten que un estudiante puede padecer de bajo rendimiento académico, para ello es fundamental que se cuenten con las herramientas estadísticas y matemáticas para ello.

Capítulo 1

Generalidades

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El rendimiento académico dentro del contexto educativo aún sigue siendo un desafío para todos los involucrados, ya que repercute directamente con el desarrollo que el estudiante va a tener, logrando marcar significativamente todas las experiencias y vivencias que se desarrollen dentro de este ámbito. En el noveno año de Educación General Básica de la Unidad Educativa "Capitán Edmundo Chiriboga", se ha logrado detectar un bajo rendimiento académico en los estudiantes del noveno año, y se sospecha fuertemente de que se debe a que existe baja motivación académica, malos hábitos de estudio y un estrés académico elevado que impide el buen desarrollo del estudiante.

Cuando esta clase de problemas no se logra a detectar a tiempo, tienden a intensificarse, provocando que las posibilidades de éxito escolar del estudiante disminuyan significativamente. Pese a que los docentes y autoridades realizan su mayor esfuerzo, todavía no se dispone de alguna herramienta que permita detectar con claridad qué estudiantes podrían tener un bajo rendimiento académico.

En este sentido, el uso de modelos predictivos como la regresión logística representa una opción novedosa y útil para reconocer patrones y factores asociados al bajo rendimiento. Esto permitiría diseñar estrategias de apoyo más acertadas y, sobre todo, oportunas.

Esta investigación surge precisamente para solventar la necesidad de contar con un modelo matemático que permita predecir el bajo rendimiento académico a partir de variables socioemocionales de cada estudiante, con esto, la atención es focalizada, brindando a cada

estudiante las herramientas que necesita para poder superar esta situación, volviendo la educación más equitativa y justa para todos.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Está demostrado que el rendimiento académico de los estudiantes no depende únicamente de la parte académica ni de lo que ocurre dentro del aula de clase, también los factores socioemocionales están involucrados de manera significativa, es así que en la Unidad Educativa "Capitán Edmundo Chiriboga" se ha logrado identificar un bajo rendimiento académico en los estudiantes del noveno año y quizá esta realidad se pudo haber cambiado si la institución hubiese contado con las herramientas estadísticas y matemáticas necesarias para detectarlo a tiempo y poder intervenir de manera oportuna, revertiendo la tendencia y logrando mejorar la calidad de vida estudiantil de la institución.

Debido a lo anterior mencionado, se busca con este trabajo desarrollar y aplicar un modelo matemático de regresión logística que le permita a las autoridades y docentes detectar a tiempo a aquellos estudiantes con bajo rendimiento académico tomando en cuenta los aspectos socioemocionales, y con ello, ayudar a que se tomen decisiones con base en información y poder realizar las intervenciones que se consideren necesarias para poder reforzar el acompañamiento pedagógico de los estudiantes.

Para la institución, la realización de esta investigación significa un valioso aporte dentro de la mejora de la gestión educativa, ya que se proporciona un modelo matemático que se basa en datos reales que los mismos estudiantes proporcionan. Su valor radica en que se va a permitir mejorar los estándares de calidad educativa necesarios para mantener el prestigio en la sociedad, además de que se va a fomentar un entorno más inclusivo para todos los estudiantes.

En los ámbitos académicos y científicos, este estudio es un aporte al beneficio de utilizar herramientas estadísticas dentro del ámbito educativo, abriendo la puerta a que se puedan implementar de forma sistemática los modelos matemáticos para poder mejorar la toma de decisiones académicas y pedagógicas. Además, se espera que los resultados que se han obtenido en esta investigación puedan ser de ayuda para otras instituciones que estén atravesando por el mismo problema.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Implementar un modelo predictivo basado en regresión logística para la identificación temprana del riesgo de bajo rendimiento académico en estudiantes de noveno año EGB de la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga” durante el año lectivo 2024-2025.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar las variables académicas y socioemocionales que afectan el rendimiento académico de los estudiantes de noveno año, mediante la recopilación de datos para el modelo predictivo.
- Desarrollar un modelo de regresión logística para clasificar a los estudiantes según su riesgo de bajo rendimiento académico, estableciendo relaciones entre las variables predictoras y determinando probabilidades de riesgo específicas.
- Evaluar el desempeño del modelo predictivo de regresión logística mediante métricas estadísticas y la curva ROC, analizando su precisión y aplicabilidad en la identificación del riesgo de bajo rendimiento académico en estudiantes de noveno año EGB.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y PUESTOS DE TRABAJO

La Unidad Educativa "Capitán Edmundo Chiriboga" es uno de los colegios más emblemáticos de la ciudad de Riobamba, ubicada en la provincia de Chimborazo en Ecuador, es reconocida por brindar a la ciudadanía buenos jóvenes con valores cimentados y una fuerte visión de disciplina.

La institución oferta educación para todos los niveles, desde Educación General Básica hasta el Bachillerato General Unificado, brindando a todos sus estudiantes una educación de calidad y calidez que les permitan afrontar los desafíos del mundo de hoy sin dejar de la parte humana, sabiendo que la empatía debe formar parte de una sociedad más justa para todos.

La unidad educativa posee grandes espacios para el esparcimiento de los estudiantes, como canchas deportivas, estadio y coliseo, en donde los chicos pueden divertirse sanamente y poder liberar el estrés de las jornadas de clase.

El colegio sigue estando vigente en la sociedad riobambeña, manteniéndose como un orgullo para la ciudad, ya que siempre se ha destacado por sacar excelentes bachilleres quienes con su esfuerzo y disciplina han entrado a las mejores universidades y se han formado como excelentes profesionales.

Capítulo 2

Estado del Arte y la Práctica

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el estudio titulado “Predicción del rendimiento académico en la asignatura de Matemática Básica en la UNALM utilizando la técnica de Regresión Logística Binaria”, llevado a cabo por (Delgado Aguilar et al., 2014) tuvo como principal objetivo crear un modelo matemático que les permitiera predecir si los estudiantes de nuevo ingreso de la materia de Matemática Básica en la Universidad Nacional Agraria La Molina iba o no a tener un bajo rendimiento académico, para lograrlo, tomaron en cuenta variables como el puntaje con el que entraron a la materia, la institución de la procedieron y el género. Se valieron de la regresión logística binaria para determinar que estas variables fueron importantes para identificar a aquellos estudiantes que estuvieron propensos a sufrir un bajo rendimiento académico, especialmente el puntaje que obtuvieron para ingresar a la materia y el colegio de procedencia. Esto permitió tomar medidas preventivas. Pese a que el estudio se centró únicamente en una materia universitaria específica, este estudio difiere en el que se realizó debido a que se analiza el rendimiento académico en general en los estudiantes del noveno año de Educación General Básica del colegio Chiriboga.

Por su parte (Bastidas Guacho et al., 2021) desarrollaron la investigación “Predicción del nivel de riesgo de reprobación en estudiantes de programación utilizando técnicas de aprendizaje automático”, que tuvo como objetivo principal elaborar un modelo predictivo que les permitiera predecir qué estudiante tendría las mayores probabilidades de reprobación la asignatura de programación. Para la realización de este estudio se apoyaron en varios métodos predictivos, como los árboles de decisión, la regresión logística y el perceptrón multicapa, se valieron de los datos obtenidos en las calificaciones previas y la actuación en clase de los

estudiantes. De todos los métodos utilizando, el perceptrón multicapa resultó ser el más efectivo debido a que se obtuvo una precisión cercana al 85 %, seguido del método de la regresión logística, que alcanzó el 82 %. La conclusión principal de esta investigación consiste en afirmar que la utilización de técnicas de aprendizaje automático resulta eficaz para anticipar los riesgos de reprobación y poder intervenir de forma temprana. En contraste con esta investigación que tiene como nivel educativo la educación general básica, el trabajo usado como referencia se diferencia el nivel educativo seleccionado y en el hecho de que sólo se estudia una asignatura.

Asimismo (Reyes Rocabado et al., 2007) llevaron a cabo el estudio titulado “Una aplicación del modelo de regresión logística en la predicción del rendimiento estudiantil”, que tuvo como objetivo principal aplicar un modelo estadístico para estimar el desenvolvimiento académico de los estudiantes universitarios, para ellos utilizaron variables académicas y socioeconómicas tales como los resultados de las evaluaciones nacionales, el promedio de las notas obtenidas en la educación media y algunas características socioeconómicas de los estudiantes. El análisis mostró que tanto los puntajes de los exámenes de ingreso a la universidad y los promedios obtenidos durante la etapa de educación media fueron decisivos en la predicción del desempeño académico de los estudiantes. Con este estudio se pone de manifiesto la utilidad del modelo de regresión logística para poder entender y anticipar el posible rendimiento académico de los estudiantes, especialmente cuando se toman en cuenta algunas variables. En contraste, la presente investigación se desarrolla en la educación media, tomando parámetros diferentes para desarrollarse.

Por otro lado (Heredia R et al., 2014) en su trabajo “Predicción del rendimiento en una asignatura empleando regresión logística ordinal”, se propusieron como objetivo principal desarrollar un modelo estadístico que pudiera relacionar la asignatura de modelos

probabilísticos con diferentes factores probabilísticos haciendo uso de la regresión logística ordinal. Las variables que los investigadores utilizaron fueron la asistencia a clases, la participación activa del estudiante y los resultados de las evaluaciones previas. Después del análisis, se determinó que tanto la asistencia a clases y la participación activa fueron los factores más importantes incidieron en el rendimiento académico de los estudiantes. Con esta investigación se puede observar que la aplicación del modelo de regresión logística ordinal es importante para predecir el comportamiento académico de los estudiantes, pudieron servir a los docentes para reforzar el compromiso que debe tener cada alumno con su vida académica. A diferencia de dicho enfoque, el presente estudio aborda una visión más general del rendimiento académico en un nivel educativo distinto.

Finalmente (Martínez-Pérez et al., 2020) desarrollaron el estudio “Regresión logística y predicción del bajo rendimiento académico de estudiantes de Medicina”, que tuvo como objetivo principal diseñar un modelo matemático que les permita predecir el bajo rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de medicina. Para ello, utilizaron el modelo de regresión logística, tomando como factores los aspectos académicos y emocionales que permitieron cumplir con esta tarea. La investigación ayudó mucho a la educación superior porque proporcionó una herramienta eficaz en la detección temprana de problemas académicos en una carrera en la que los estudiantes debes destacar académicamente para garantizar que podrán cumplir con su labor de salvar vidas de forma segura. En contraste, la investigación se enfoca en la educación superior, tomando en cuenta otros parámetros, lo que difiere significativamente con la investigación que se está realizando.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Este trabajo se apoya en varias normativas y entidades del sistema educativo ecuatoriano que respaldan la evaluación del aprendizaje y la mejora del rendimiento escolar a

través del uso de herramientas estadísticas como la regresión logística. A continuación, se describen las principales bases legales que sustentan este estudio:

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

La Carta Magna, precisamente en su artículo 343, determina que el sistema educativo a nivel nacional tiene que impulsar el crecimiento de las habilidades de cada persona y también de la comunidad, incentivando de esta forma el estudio y la generación de saberes. Adicionalmente, el artículo 346 destaca lo fundamental que es tener un esquema de valoración completo que garantice un nivel educativo óptimo. Con el fin de conseguir esto, se plantea la formación de un ente independiente que se ocupe de ejecutar dicha valoración.

(Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf, s. f.)

2.2.2 Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)

Desde el 2011 está vigente en el Ecuador la LOEI, el sistema que regula el quehacer educativo en nuestro país. En el artículo 67, la ley establece la creación del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval), una entidad que es autónoma, y que tiene la responsabilidad de evaluar la calidad de la educación en el Ecuador. Esta ley también deja en claro que el proceso de evaluación debe ser continuo y sistemático, para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. *(Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf, s. f.)*

2.2.3 Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval)

En el año 2012 fue creado el Ineval, con la misión de evaluar la calidad de la educación en el Ecuador mediante la aplicación de evaluaciones técnicas y objetivas, que involucran a toda la comunidad educativa de manera confiable. Estos resultados sirven para

esta entidad realice las mejoras internas y externas del caso. («Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ecuador)», 2024)

2.2.4 Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES)

El CEAACES es aquella entidad que se encarga de evaluar y de acreditar a todas las instituciones que ofertan la educación superior en el Ecuador. Cabe recalcar que, aunque su ámbito de estudio es solo la educación superior, su influencia afecta a todos los niveles educativos, ya que promueve la cultura de evaluación constante en el país. («Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior del Ecuador», 2024)

2.2.5 Sistema de Calificación Escolar en Ecuador

En el Ecuador, generalmente las calificaciones se expresan en una escala que va de 0 a 10 puntos, siendo 7 lo mínimo que un estudiante puede obtener para considerarse aprobado. Gracias a este sistema, se puede evidenciar fácilmente el nivel de desempeño de cada estudiante. Queda claro entonces que emplear herramientas estadísticas, como la regresión logística para detectar posibles estudiantes con bajo rendimiento, resulta crucial para mejorar las estrategias de mejora en el estudiante. («Calificación escolar», 2025)

Después de revisar toda la normativa legal que sustenta la creación de este estudio, queda claro que emplear herramientas estadísticas y modelos matemáticos que permitan predecir a los estudiantes con bajo académico, es de vital importancia para prevenir la deserción escolar, la falta de interés por los estudios y la repetencia de año. Todo esto es prevenible si se sabe tomar las decisiones correctas para garantizar el derecho a la educación que tienen todas las personas en el Ecuador.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1 Rendimiento Académico: Conceptualización y Factores Determinantes

2.3.1.1 Definición de rendimiento académico

El rendimiento académico es un concepto muy amplio y complejo como para solo creer que se refiere a las notas o a los promedios que los estudiantes obtienen. En realidad, representa una forma de medir los aprendizajes de los estudiantes en una determinada asignatura y compararlos con lo que se espera que sepan en relación a los demás compañeros. No solo tiene que ver con factores numéricos como calificaciones y promedios, sino también con factores cualitativos como la calidad de lo que se aprende y cómo se usa para resolver problemas.

Desde el punto de vista pedagógico, influyen elementos como las estrategias de enseñanza, las formas de evaluar, los materiales que se usan y el trabajo del docente, ya que todos estos factores ayudan a que los estudiantes logren los objetivos educativos. A nivel institucional, entran en juego otros aspectos como la manera en la que está organizada la carrera, cuántos estudiantes hay en cada clase, cuántas materias se pueden tomar a la vez, e incluso si hay o no ayudas económicas disponibles. Además, el contexto de cada estudiante también cuenta: su situación económica, su género, la escuela de la que viene, entre otros factores, influyen directamente en su desempeño. Por último, también se debe considerar lo emocional y lo psicológico: la motivación, la confianza en sí mismo, su estado de ánimo y su personalidad pueden marcar una gran diferencia en su forma de aprender y relacionarse con su entorno (Gutiérrez-Monsalve et al., 2021)

En su más pura esencia, el rendimiento académico es el resultado de dos elementos, lo que el docente enseña y el esfuerzo que el estudiante realiza por aprender, incluso si es con

ayuda de terceros, así que no depende de algo único en específico, por ejemplos, cuando hubo la pandemia por el Covid-19 la educación tuvo que cambiar y adaptarse rápidamente ante esta nueva realidad, pasando de la presencialidad a la virtualidad, obligando a que tanto docentes como estudiantes aprendan herramientas de videoconferencia y otra serie de elementos digitales, y todo eso también influye en el rendimiento académico.

Esta investigación parte de la necesidad de entender bien qué factores afectan el desempeño académico, con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza y así apoyar el aprendizaje de los estudiantes. El rendimiento, entonces, no solo depende de lo que el estudiante pueda hacer por sí mismo, sino también de las condiciones que le ofrece la institución y el tipo de educación que recibe. Entre los factores que más lo afectan están el entorno familiar, la estabilidad emocional, si tiene o no dificultades para aprender, y también cómo enseña el profesor, qué herramientas usa y si la enseñanza es presencial o virtual (Argueta, 2024)

Y para finalizar, el rendimiento académico puede ser un indicador para saber qué tanto ha aprendido un estudiante los contenidos de una asignatura y con qué calidad, además de servir como referente para determinar si el sistema educativo está funcionando como se debe o si necesita ajustes. También sirve para saber si las metodologías que establecen los organismos son las adecuadas para enseñar esas asignaturas. Desde el punto de vista social, el rendimiento académico es utilizado como un medio para saber si el estudiante logra o no aplicar esas habilidades en su entorno. El rendimiento académico que cada estudiante posee determinar de manera general si será capaz o no de terminar sus estudios, en contraste a si se utiliza el rendimiento académico sólo para medir qué tan buena información logra recordar para presentar un examen. Se considera que el estudiante tendrá éxito educativo si logra terminar en el tiempo previsto todos sus estudios, si por el contrario, no los termina o se

demora más tiempo del establecido, entonces es un indicativo de que algo en sistema educativo está fallando. (Imig, s. f.)

2.3.1.2 Factores académicos

El rendimiento académico de los estudiantes es una preocupación común en todo el mundo, ya que no depende únicamente de la inteligencia o de las notas obtenidas.

Actualmente, se reconoce que hay muchos otros factores que influyen, como el esfuerzo personal, la motivación, el entorno familiar y escolar, así como el bienestar emocional del estudiante.

La familia juega un rol fundamental en el buen desarrollo del rendimiento académico de los estudiantes, pues es ahí en donde se forman las habilidades fundamentales que más adelante desembocarán en la implementación de hábitos de estudios sólidos. Cuando dentro del hogar existen conflictos y peleas, el rendimiento académico empeora y afecta al estudiante de manera negativa, en cambio, cuando dentro del hogar reina la armonía y la comprensión, el estudiante se siente apoyado y logra desarrollar un buen desempeño académico.

Otro aspecto fundamental para mantener un buen rendimiento académico es desarrollar un buen manejo de las emociones dentro del aula, esto ayuda a que los estudiantes eviten el agotamiento académico y mantengan siempre la motivación necesaria para afrontar los desafíos académicos. Un estudiante que sabe mantener sus emociones bajo control, podrá superar los obstáculos académicos más fácilmente que un estudiante que no puede hacerlo.

Por otro lado, hay que tener en cuenta el impacto que tienen las pantallas y el excesivo uso de la tecnología en el rendimiento académico de los jóvenes. Se ha demostrado que pasar demasiado tiempo usándolas repercute de forma negativa en la concentración y en el

aprendizaje de los estudiantes debido a que gran parte de su tiempo es destinado al ocio y no al estudio.

Se debe de tomar en cuenta que el clima o entorno escolar también influye en el rendimiento académico de los estudiantes. Si dentro de aula de clase el estudiante no se siente cómo por su relación con los compañeros, con los docentes o por las estrategias de enseñanza, la motivación puede decaer, lo que dará lugar a peores resultados académicos. De ahí que se debe evaluar este aspecto si se quiere una mejora significativa en el rendimiento académico.

Que da claro que el rendimiento académico no se puede explicar tomando un solo factor, sino que para comprenderlo se deben de tomar en cuenta los aspectos familiares, emocionales y escolares también. Entender esto es crucial para poder aplicar mejores estrategias que mejoren todos los aspectos enunciados y con ello garantizar que cada estudiante alcanzará su máximo potencial. (Bustamante Neira & Cabrera Berrezueta, 2022)

2.3.1.3 Factores socioemocionales

El rendimiento académico no solo tiene que ver como las calificaciones que un estudiante obtiene, implica también la comprensión profunda de los contenidos impartidos, la capacidad de aplicar lo que se aprende, el desarrollo del pensamiento crítico, el bienestar emocional del estudiante y la interacción que éste tendrá en su entorno próximo. Como todos estos elementos se encuentran relacionados, si se quiere el rendimiento académico de los estudiantes mejore, entonces se los debe ver en su conjunto y no de forma aislada. Entre las diferentes formas de rendimiento académico se destaca la individual, que tiene que ver con la adquisición de conocimientos y habilidades que serán indispensables para su buen desenvolvimiento en la sociedad y en la vida laboral, así como a cada desafío que tiene por delante.

El concepto de rendimiento ha cambiado con el tiempo, lo que significa que presenta una naturaleza dinámica, especialmente cuando se lo analiza desde el contexto social y humano. Cuando existe bajo rendimiento académico puede ser un indicio de que uno o varios estudiantes llevan arrastrando consigo múltiples factores de riesgo y condiciones desfavorables que con el tiempo se van arrastrando y terminar por afectar negativamente a los estudiantes, especialmente en la motivación que se requiere para estar dispuesto a aprender cosas nuevas. Esto puede ser tan grave que incluso puede provocar que el estudiante deje los estudios porque se da cuenta de que no podrá aprobar el año lectivo o el curso que está cursando, contribuyendo a empeorar los niveles de deserción escolar. Es por ello que para que el estudiante logre alcanzar buenos resultados, el sistema educativo debe garantizar su bienestar integral, tomando en cuenta que un buen rendimiento académico no es solo memorizar información, sino que se aplique esa información para resolver problemas.

En esta línea, todos los sistemas educativos tienen la responsabilidad de garantizar que todos los estudiantes tengan oportunidades reales de adquirir un aprendizaje real, considerando los aspectos psicológicos que permitan el desarrollo de vida académica saludable y beneficiosa. Todas las instituciones educativas tienen la obligación de promover espacios clave para el desarrollo de sus estudiantes, brindando atención psicológica personalizada en cada estudiante para prevenir que este aspecto impacte de forma negativa en el rendimiento académico, ya que se ha demostrado que el aspecto psicológico afecta mucho el desempeño académico. De esta manera, el colegio en el que estudia cada estudiante se convierte en un espacio activo en el que el desarrollo integral del alumno determina si el rendimiento académico es positivo o negativo.

Ante dificultades como el bajo rendimiento, la desmotivación o el ausentismo, se hace imprescindible que docentes y familias trabajen juntos para construir un entorno educativo favorable que responda a las necesidades del estudiante. (Vélez & Ruperti, 2024)

En un estudio que se realizó en la Facultad de Ingeniería Económica de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno se analizó qué factores son los que inciden directamente en el rendimiento académico de sus estudiantes y en la deserción estudiantil. Los investigadores emplearon los datos que provinieron directamente de los estudiantes y que se obtuvieron a través de evaluaciones y de encuestas en donde se abarcaron aspectos académicos, sociales y económicos hasta el primer semestre del año 2009.

Los resultados que se obtuvieron en la investigación por medio del método econométrico y aplicando el método de métodos mínimos cuadrados evidencian las variables como el número de créditos inscritos, el tiempo diario dedicado al estudio, la asistencia a clases, la cantidad de cursos reprobados, el salario mensual de los padres, el tamaño del hogar y el nivel educativo de los padres tiene un impacto notable en el rendimiento académico de los estudiantes.

También se utilizó un modelo econométrico que se estimó con el método de máxima verosimilitud para determinar los factores que se asocian con la deserción estudiantil. Los principales factores fueron el índice de rendimiento académico, el número de créditos inscritos, el nivel de asistencia, el ingreso familiar mensual, el sexo del jefe de hogar y el hecho de que el estudiante trabaje mientras estudia. (Quispe, 2010)

2.3.2 Modelos Predictivos en Educación: Enfoque en la Regresión Logística

2.3.2.1 *Introducción a los Modelos Predictivos*

Predecir el rendimiento académico de los estudiantes de las unidades educativas y de las universidades es cada vez más importante ya que con ello se pueden implementar mejoras en el sistema educativo y en la política relacionada. Esta tarea se ve facilitada por el desarrollo de las herramientas estadísticas y matemáticas que permiten la creación de modelos que sirven para anticipar el rendimiento académico y los posibles factores que se asocian a ello, sin embargo, no es tarea fácil realizar esto debido a la cantidad significativa de variables que intervienen, como los aspectos académicos, sociales, familiares, económico, etc. Sin contar que se debe de contar con datos de buena calidad, interpretarlos correctamente y ajustarlos a cada grupo de estudiantes en específico ya que cada grupo tiene sus propias dificultades. Pese a todo lo anterior, contar con estas herramientas es de mucha ayuda para poder actuar frente a posibles riesgos académicos de una forma clara y contundente, ya que estaremos informados al respecto. En este estudio se exploran los modelos predictivos más utilizados, así como su aplicabilidad y precisión. (Álvarez-Yaulema et al., 2024)

2.3.2.2 *La Regresión Logística y su Aplicación en la Educación*

2.3.2.2.1 Estudios Internacionales

La regresión logística es una técnica estadística que se utiliza para predecir la probabilidad de que un evento determinado ocurra siempre y cuando las únicas posibilidades sean dos, es decir, ocurre o no ocurre a parte del análisis de una variable dependiente y otras independientes. Dentro del ámbito de la educación, esta herramienta es utilizada para clasificar a los estudiantes en distintas categorías dependiendo del desempeño académico que demuestran a lo largo de un ciclo escolar.

En el estudio realizado por (Pérez Obregón & Romero Díaz, 2018) se aplicó la regresión para determinar cómo se relacionan las calificaciones obtenidas en Matemática y Lengua Extranjera con otras variables como el sexo, el año básico y el grado de los estudiantes del Instituto Nacional Santa Teresita. Gracias a esto, se pudo desarrollar un modelo matemático que permitió anticipar el comportamiento académico de los estudiantes y poder tomar decisiones informadas para poder mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Por otro lado, investigaciones han encontrado que el rendimiento académico es los estudiantes universitarios está condicionado por diferentes factores. Las más relevantes son el género, la carrera que cursa actualmente, el tipo de institución de la que proviene y la situación socioeconómica. Es aquí en donde se ve la utilidad de la regresión logística para analizar cómo estas variables influyen en el rendimiento académico y qué se puede hacer para mitigar sus efectos, ayudando al estudiante a alcanzar su máximo potencial y tener éxito en su vida académica.

Además, realizar este tipo de análisis es útil para estimar a los estudiantes que pudieran estar con bajo rendimiento académico tomando en cuenta factores individuales como el entorno escolar en el que se encuentra. Esto da pistas sobre las estrategias de aprendizaje que utiliza el estudiante en carreras como ingenierías, además de brindar información sobre cómo se relaciona esto con el rendimiento académico. Aplicar métodos estadísticos predictivos como los árboles de decisiones es útil para poder saber cómo las variables se pueden relacionar entre sí y ver cómo eso influye en el rendimiento académico de los estudiantes.

El estudio de estos datos también muestra tendencias importantes respecto al uso y la efectividad de diversas estrategias de aprendizaje, dependiendo del perfil de cada estudiante.

Esto no solo mejora la comprensión sobre el comportamiento educativo dentro de las instituciones, sino que también permite diseñar propuestas pedagógicas más efectivas para fortalecer el aprendizaje y la retención del conocimiento. A partir de estos resultados, se pueden brindar estrategias adaptadas a cada estudiante con el fin de que desarrolle buenos hábitos de estudio, las mismas que serán adaptadas a cada estudiante dependiendo de su ritmo de aprendizaje, de igual manera se debe motivar al docente para que asuma un rol más activo dentro del aula de clase y del proceso formativo del alumno, con el fin de mejorar el desarrollo académico los estudiantes. (Mendoza et al., 2017)

En otro estudio desarrollado por (Reyes Rocabado et al., 2007) en la Universidad de Antofagasta, se tuvo como principal objetivo predecir el éxito o fracaso académico de los estudiantes que se encuentran cursando el primer semestre de la carrera de ingeniería Plan Común. En la investigación se concluyó que el modelo de regresión logística fue efectivo para predecir el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente cuando se toman en cuenta criterios más amplios para medir el éxito. Sin embargo, como los criterios se vuelven más limitados, la sensibilidad del modelo tiende a disminuir, mientras que su especificidad se tiende a aumentar. Esto significa que, si bien el modelo es útil para predecir a los estudiantes en riesgo académico, la precisión depende de cómo y con qué datos se lo haya alimentado de acuerdo al contexto educativo. Esto significa que la precisión del modelo depende de cómo los investigadores hayan definido el éxito o fracaso académico de los estudiantes, si es que medimos su efectividad.

2.3.2.2.2 Estudios Nacionales

En el contexto ecuatoriano (Calva et al., 2021) se desarrolló un modelo de aprendizaje automático supervisado con la finalidad de predecir qué estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional va o no a aprobar el curso de nivelación. Para realizarlo, se valieron de técnicas

estadísticas como la regresión logística y la técnica del gradient boosting. Para hacer las cosas más confiables, minimizaron la función error mediante el descenso de gradiente. El modelo que desarrollaron utilizó las variables que más impacto tienen en el rendimiento académico según la literatura existente como los factores socioeconómicos, demográficos, familiares, institucionales y académicos, tanto al momento del ingreso como durante el desarrollo del curso. Según los resultados, con el modelo del árbol de decisión se logró un 96 % de precisión en los datos de las pruebas, además de un área bajo la curva ROC del 89,1 %, lo que indica que el modelo empleado fue el más útil para el estudio.

Otro estudio que se realizó con la Universidad Técnica de Manabí se enfocó en identificar las causas que afectan el rendimiento académico de los estudiantes en el curso de ecuaciones diferenciales, para lograrlo, se valieron de la regresión logística de muchas variables y del análisis discriminante. Los resultados mostraron que factores como el tiempo que el estudiante dedica semanalmente a la asignatura, la asistencia regular a las tutorías y el cumplimiento responsable en la entrega de tareas influyeron de forma directa en el rendimiento académico de ellos. Pese a que se identificó positivamente las causas del bajo rendimiento, aún existen dificultades para poder implementar estrategias y programas que ayuden a identificar de forma temprana a aquellos estudiantes que tienen mayor probabilidad de padecer un bajo rendimiento académico. (Molina et al., 2023)

En el cantón Salcedo, se llevó a cabo una investigación en colegios fiscales que tuvo como objetivo principal identificar los modelos matemáticos que permitan predecir el rendimiento académico de estudiantes del bachillerato, para conseguirlo, se utilizaron 21 variables de acuerdo a la fundamentación teórica sobre los factores que inciden en el rendimiento académico. Se utilizó el historial de calificaciones de 279 estudiantes de colegios

que pertenecen a la parte rural y 402 estudiantes en los colegios urbanos, también se usaron encuestas.

Para analizar los datos, se utilizó el software de R Studio, en el cual se utilizaron técnicas como la regresión lineal múltiple y la regresión logística para poder determinar qué tan bien predice el modelo matemático; en la parte rural el modelo pudo identificar 6 variables, y en la parte urbana el modelo identificó 7. Después de realizar el análisis, se concluyó que la regresión logística no es tan efectiva para predecir, a diferencia que la regresión lineal múltiple que obtuvo mejores resultados. (Jijón Bautista, 2023)

Se puede resumir entonces que la técnica de la regresión logística es útil dentro del campo educativo porque ayuda a predecir a los estudiantes que estarán en bajo rendimiento académico y, contando con esa información, anticiparse y diseñar estrategias que ayuden reducir ese riesgo. Poder crear estrategias orientadas a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, una vez que se sabe cuáles son los factores que inciden en él, resulta crucial para mejorar la calidad educativa los estudiantes de la educación media y de la educación superior.

2.3.2.3 Ventajas y Limitaciones de los Modelos Predictivos

El uso de las técnicas de regresión logística es muy útil si lo que se quiere es predecir riesgos y anticiparse ante alguna problemática para poder subsanar a tiempo y evitar esos problemas se manifiesten, sin embargo, estas técnicas no están exentas de limitaciones, gran parte del éxito de aplicación de los modelos de regresión logística dependen de la cantidad y de la calidad de los datos disponibles, así como la constante actualización que se debe realizar si se está trabajando dentro del contexto educativo.

En este sentido (Herrero-Corona, 2021) destaca en su estudio que, referente a la investigación de los mercados y a la investigación de la opinión pública, estos modelos son una herramienta importantísima porque su ventaja radica en que se pueden utilizar datos históricos para poder tomar decisiones más apegadas en la obtención del mayor beneficio, eliminando la incertidumbre ya que se optimizan los recursos destinados a realizar dicha tarea. Después de analizar los patrones de casos anteriores, se puede elegir con una mayor precisión la mejor técnica de entrevista para cada investigación. Esto no solo ayuda a elevar la calidad de los resultados, sino que también ayuda a que las planificaciones del caso sean las más adecuadas.

Por su parte (Norambuena et al., 2022) dicen que dentro del ámbito de la educación superior, siempre son útiles los modelos predictivos para diseñar estrategias que permiten brindarle ayuda al estudiante con bajo rendimiento académico. Al realizar el análisis de los datos obtenidos en los entornos virtuales de aprendizaje, es posible predecir el desempeño académico de los estudiantes e incluso predecir qué estudiantes podrían dejar los estudios. Con esta información, se pueden diseñar intervenciones personalizadas para cada estudiante, haciendo uso de los recursos existentes de manera más racional para evitar que esto ocurra.

Asimismo, los modelos predictivos han demostrado ser útiles en áreas como la medicina. (Veiga et al., s. f.) Indican que, estas herramientas resultan útiles para poder evaluar a los pacientes a los que se les va a diagnosticar cáncer de próstata. Gracias a que tiene la capacidad de analizar y procesar cantidades grandes de datos, las estimaciones son más precisas para poder clasificar a los pacientes con un mayor beneficio de ciertos tratamientos. Pese a que existen muchos métodos, desde los más clásicos con la regresión logística hasta los más avanzados como las redes neuronales, la calidad de los resultados depende de la calidad de los datos procesados y de la buena validación. Todo esto viene acompañado de una buena

preparación profesional para saber discernir entre lo bueno y lo malo, ya que esto marca la diferencia entre el éxito y el fracaso.

No obstante, también es importante considerar que los modelos predictivos no siempre son infalibles. (Seoane & Bustamante, 2005) en su investigación sobre la relación entre el entorno natural y distintas especies, evidencian una de sus principales limitaciones: estos modelos son representaciones simplificadas de una realidad compleja. Esto implica que, si los datos con los que se alimentan son incompletos o sesgados, las predicciones resultantes pueden ser poco fiables.

Dentro de otro punto de vista crítico, los investigadores señalan que muchos de los modelos se realizan bajo la suposición de ciertos aspectos que no necesariamente representan la forma en que se desarrollan las interacciones ecológicas, por ejemplo, si el estudiante se centra solo en una especie o en una variable, esto puede dejar fuera otros factores clave para la obtención de buenos resultados, como la competencia entre especies, las migraciones o los efectos del cambio climático a diferentes escalas temporales.

Se debe agregar también que la aplicación práctica de estos modelos se ve limitada cuando se sabe que no existe un consenso sobre la capacidad de representar fielmente la biodiversidad o el qué tan rara es una especie dentro de distintas regiones. Aunque son útiles para señalar áreas prioritarias en conservación, su uso debe ir acompañado de estudios de campo y del conocimiento de especialistas, de manera que las decisiones no se basen únicamente en datos que podrían no ser suficientes o adecuados.

Capítulo 3

Diseño Metodológico

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización de esta investigación se optó por un enfoque cuantitativo, ya que el objetivo principal fue diseñar un modelo matemático de regresión logística que permita predecir a los estudiantes que estarán con bajo rendimiento académico en los estudiantes de noveno año de la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga”. Esta metodología facilitó la recolección y análisis de los datos obtenidos, lo que ayudó a detectar los riesgos que los factores socioemocionales tienen sobre el desempeño académico de los estudiantes.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación se optó por un diseño no experimental de tipo transversal, ya que la recolección y análisis de datos se realizó en un único momento, sin intervenir directamente en las variables estudiadas. El enfoque utilizado fue principalmente correlacional, con el fin de identificar posibles relaciones entre factores académicos y socioemocionales, y también predictivo, para elaborar un modelo matemático. Esta metodología facilitó la evaluación del riesgo de que los estudiantes presenten bajo rendimiento académico durante el año lectivo 2024-2025, todo dentro de un mismo periodo de análisis.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolla dentro del enfoque aplicado, ya que el propósito principal es diseñar un modelo de regresión logística que ayude a resolver el problema de los estudiantes que estarán con bajo rendimiento académico, prediciéndolo tomando en cuenta ciertas variables académicas y socioemocionales. La utilidad de elaborar esta investigación

radica en que ahora las autoridades y docentes contarán con una herramienta que les permita tomar decisiones anticipadas para mejorar los procesos de enseñanza o de brindar seguimiento personalizado a cada estudiante. La investigación también se enmarca dentro tipo explicativa, ya que no sólo se busca describir la problemática observada, sino también entender cómo las variables independientes afectan a la variable dependiente, que en este caso es el rendimiento académico.

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se enmarca dentro de un nivel exploratorio y descriptivo. Se considera exploratoria porque busca indagar sobre variables que, hasta el momento, no han sido suficientemente estudiadas dentro del contexto particular de la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga”. A su vez, es descriptiva porque busca identificar y describir los principales factores que inciden en el bajo rendimiento académico, como paso previo al análisis de sus posibles relaciones y al desarrollo de un modelo matemático predictivo.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para realizar la recolección de los datos se utilizó una encuesta estructurada con escala de Likert para conocer cuál es la percepción del estudiante sobre las variables de este estudio, las cuales son: hábitos de estudios, la motivación académica y el estrés académico.

Todas las preguntas de las encuestas fueron hechas con base en la literatura existente en el marco teórico y siendo adaptadas a la realidad de los estudiantes de la institución.

No se utilizó un instrumento de recolección de datos del Ministerio de Educación ni se realizó la valoración por expertos, no obstante, se realizó la valoración del coeficiente de Cronbach en cada uno de ellos, los resultados obtenidos fueron: para la escala de motivación académica, un alfa de Cronbach de 0.71; para hábitos de estudio, 0.76; y para estrés

académico, 0.85, lo que indica una consistencia interna aceptable a alta, garantizando los resultados que se obtuvieron sí son significativos.

La encuesta fue aplicada a todo el noveno año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga”, y gracias a sus respuestas, fue posible elaborar un modelo de regresión logística que permite predecir la probabilidad de que los estudiantes presenten un bajo rendimiento académico.

3.6 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS

En análisis de los datos se lo realizó en R Studio, un programa estadístico reconocido por ofrecer una variedad de herramientas orientadas al análisis de datos, permite construir gráficos y modelos matemáticos predictivos, como la regresión logística que se utilizó en este estudio. No se utilizaron otros programas como Python o SPSS ya que R Studio se enfoca únicamente en el análisis estadístico, no se deben importar librerías especiales para poder desarrollar los modelos matemáticos lo que facilita el trabajo.

Para la primera parte, se utilizó R Studio para organizar y limpiar los datos con la finalidad de que la información que va a utilizar sea de confianza y de calidad para poder hacer el análisis, después se utilizaron algunas técnicas de estadística descriptiva para determinar las medidas de tendencia central de los datos.

Para poder predecir la probabilidad de que un estudiante presente bajo rendimiento académico, se desarrolló un modelo de regresión logística utilizando las variables académicas y socioemocionales antes mencionadas. Con la ayuda de este modelo se pudo saber qué tanto afectan las variables al rendimiento académicos de los estudiantes.

Para hacer la validación del modelo se utilizó la matriz de confusión y la curva AUC-ROC, aspectos que indican qué tan bien el modelo puede predecir y qué tan preciso puede ser.

Gracias a esto, fue posible comprobar qué tan efectivo era el modelo al identificar correctamente a los estudiantes en riesgo.

Es importante indicar que gracias a los resultados que se obtuvieron en esta investigación, se pudo conocer cómo los factores académicos y socioemocionales inciden en el rendimiento académico. Esta información puede servir de alarma para docentes y autoridades para que se desarrollen e implementen estrategias preventivas y brindar el apoyo que cada estudiante necesita.

3.6.1 Población

La población de estudio está conformada por los 301 estudiantes del noveno año de educación general básica, correspondiente a los paralelos A, B, C, D, E, F, G y H de la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga”

3.6.2 Tamaño de la Muestra

Debido a que todos los estudiantes fueron considerados para la investigación, la muestra estuvo conformada por los 301 estudiantes que conforman el noveno año de los paralelos A, B, C, D, E, F, G y H de la Básica Superior, siendo un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Capítulo 4

Análisis y Discusión de los Resultados

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS

Después de revisar la literatura académica existente tomando en cuenta el contexto en el que se desarrolla esta investigación, se determinó que las variables más adecuadas para realizar el modelo matemático son el estrés académico, la motivación académica y los hábitos de estudio, esto de acuerdo a lo que encontraron (Álvarez-Yaulema et al., 2024) y (Molina

et al., 2023) en sus respectivas investigaciones, en donde utilizando estas variables, en combinación con otras, lograron desarrollar un modelo matemático predictivo. Estas fueron las variables utilizadas para predecir la probabilidad que los estudiantes presenten un bajo rendimiento académico.

Para recolectar la información necesaria para desarrollar el modelo matemático, se utilizaron encuestas estructuradas con la escala de Likert, dos de ellas tenían 5 preguntas y la restante contaba con 6. Una vez que se obtuvieron las respuestas, se sumaron los valores correspondientes a cada uno de los ítems y se dividió para el total de preguntas, obteniendo así la media aritmética de pregunta de esa variable. A continuación, se presenta una tabla que resume las categorías utilizadas para clasificar los niveles de cada una de estas variables:

Tabla 1

Categorización de las variables

Variable	Baja (1-2,4)	Media (2,5-3,4)	Alta (3,5-5)
Estrés académico	Bajo estrés	Estrés moderado	Alto estrés
Motivación académica	Baja motivación	Motivación moderada	Alta motivación
Hábitos de estudio	Malos hábitos	Hábitos regulares	Buenos hábitos

4.2 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

Con el objetivo de conocer cómo influyen la motivación académica, el estrés académico y los hábitos de estudiantes en el rendimiento académico de los estudiantes, se elaboró un modelo de regresión logística utilizando R Studio. Se explica a continuación los parámetros que se obtuvieron con el modelo.

Tabla 2*Interpretación de coeficientes*

Variable	Estimación	Error estándar	Valor Z	Valor p	Significancia
Intercepto	18.226	6.951	2.622	0.0087	(p < 0.01)
Estrés Académico	5.827	1.932	3.016	0.0026	(p < 0.01)
Motivación Académica	-3.377	1.389	-2.431	0.0151	(p < 0.05)
Hábitos de Estudio	-7.066	2.031	-3.479	0.0005	(p < 0.001)

Los resultados obtenidos muestran que:

- El estrés académico tiene un fuerte impacto positivo en el bajo rendimiento académico de los estudiantes de acuerdo a su nivel de significancia, es decir, mientras el estudiante presente un alto estrés académico, mayor es la probabilidad de que presente un bajo rendimiento académico.
- La motivación académica tiene un efecto negativo en el rendimiento académico, lo que indica que cuando el estudiante se siente motivado para hacer sus actividades académicas, la probabilidad de que presente un bajo rendimiento académico disminuye.

Los hábitos de estudio muestran una incidencia negativa respecto en el rendimiento académico, es decir, mientras mejores sean los hábitos de estudio de los estudiantes, menor es la probabilidad de que presenten un bajo rendimiento académico.

Tabla 3

Evaluación del modelo

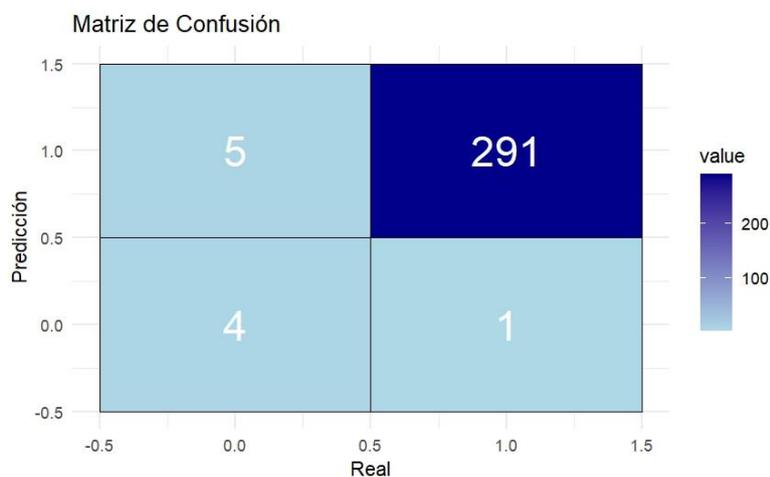
Métrica	Valor
Desviación nula	80.906
Desviación residual	31.233
AIC	39.233
Iteraciones de Scoring	9

La reducción que se observa en la desviación residual comparada con la desviación nula indica que el modelo sí puede explicar parte de la variabilidad que se observar en el bajo rendimiento académico de los estudiantes. También, el valor bajo de AIC muestra que efectivamente el modelo matemático sí está bien ajustado.

4.3 MATRIZ DE CONFUSIÓN

Figura 1

Matriz de confusión del modelo



Fuente: Elaboración propia

Después de ajustar el modelo de regresión logística, se generó una matriz de confusión para evaluar su capacidad de clasificación. La matriz obtenida fue la siguiente:

Tabla 4

Análisis de la matriz de confusión

Real \ Predicción	0 (No Bajo Rendimiento)	1 (Bajo Rendimiento)
0 (No Bajo Rendimiento)	4 (TN)	1 (FP)
1 (Bajo Rendimiento)	5 (FN)	291 (VP)

- **Verdaderos positivos (VP = 291):** Casos que sí fueron correctamente identificados como bajo rendimiento académico.
- **Falsos positivos (FP = 1):** Casos que no tienen bajo rendimiento académico, pero que el modelo los clasificó como verdadero.
- **Falsos negativos (FN = 5):** Casos que sí tenían bajo rendimiento académico, pero que el modelo no los pudo detectar correctamente.
- **Verdaderos negativos (TN = 4):** Casos que realmente no tienen bajo rendimiento académico.

4.4 MÉTRICAS DEL DESEMPEÑO DEL MODELO

A partir de la matriz de confusión, calculamos algunas métricas clave:

Tabla 5***Métricas y desempeño del modelo***

Métrica	Fórmula	Valor
Precisión	$\frac{VP + TN}{VP + TN + FP + FN}$	$\frac{291 + 4}{291 + 4 + 1 + 5} = 0.98$
Precisión Positiva	$\frac{VP}{VP + FP}$	$\frac{291}{291 + 1} = 0.996$
Sensibilidad	$\frac{VP}{VP + FP}$	$\frac{291}{291 + 5} = 0.983$
Especificidad	$\frac{TN}{TN + FP}$	$\frac{4}{4 + 1} = 0.8$

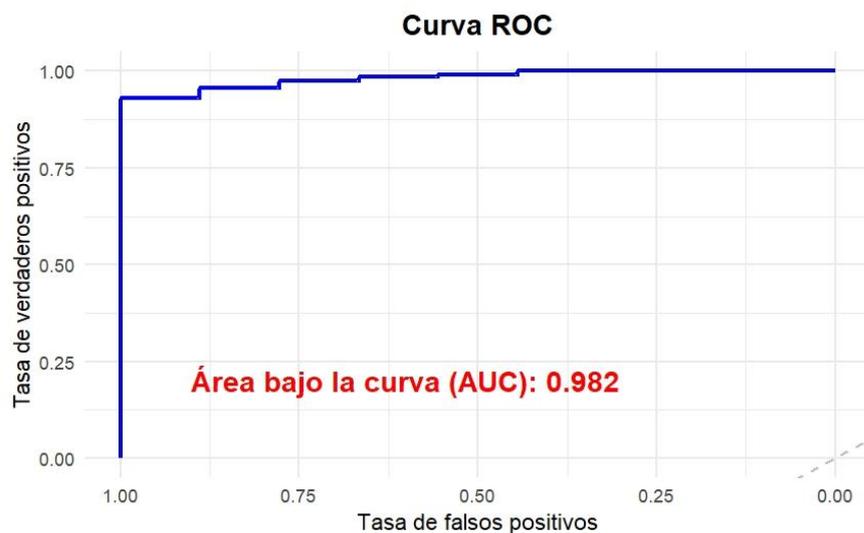
Interpretación de los resultados:

El modelo matemático presentado tiene una precisión bastante alta del 98 %, lo que significa que es capaz de predecir la gran mayoría de los casos, también su sensibilidad es del 98,3 % lo que indica que es capaz de identificar a aquellos estudiantes con un bajo rendimiento académico. La precisión del 99,6 % indica que el modelo es bastante bueno para predecir a los estudiantes con bajo rendimiento académico. La especificidad del 80 % indica que el modelo tiene dificultades para identificar a los estudiantes que no presentan un bajo rendimiento académico.

4.5 CURVA ROC DEL MODELO

Figura 2

Curva ROC del modelo



Fuente: *Elaboración propia*

La Curva ROC es de mucha ayuda para saber qué tan bueno es un modelo de clasificación y cómo se desempeña, se basa en la relación entre la tasa de verdaderos positivos y la tasa de falsos positivos. (Martínez Pérez & Pérez Martin, 2022)

En la gráfica se puede observar lo siguiente:

- La gráfica está ubicada en el extremo superior izquierdo, lo que quiere decir que el modelo tiene un buen funcionamiento y es capaz de identificar la gran mayoría de los casos que sí son positivos, es decir, que sí tiene un bajo rendimiento académico.
- El valor de 0.982 muestra que el modelo tiene un muy buen desempeño al momento de hacer predicciones.
- Si el área bajo la curva es muy cercana a 1, indica que el modelo es muy bueno para determinar qué estudiantes sí tienen un bajo rendimiento académico y quienes no.

4.6 MODELO MATEMÁTICO

El modelo matemático predictivo obtenido mediante la regresión logística se expresa con la siguiente ecuación:

$$\log \left[\frac{P(\text{Bajo rendimiento} = 1)}{1 - P(\text{Bajo rendimiento} = 1)} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$

Donde:

- $P(\text{Bajo rendimiento}=1)$ es la probabilidad de que un estudiante tenga bajo rendimiento académico.
- X_1 es el estrés académico.
- X_2 es la motivación académica.
- X_3 son los hábitos de estudio.
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ son los coeficientes del modelo.

Sustituyendo los coeficientes obtenidos se tiene que:

$$\log \left[\frac{P(\text{Bajo rendimiento} = 1)}{1 - P(\text{Bajo rendimiento} = 1)} \right] = 18.226 + (5.827 \cdot X_1) + (-3.377 \cdot X_2) + (-7.066 \cdot X_3)$$

Realizando la interpretación de los coeficientes se obtiene:

- **Intercepto ($\beta_0 = 18.226$):** Este valor se usa como base si las demás variables tienen el valor de cero. Tomando en cuenta su valor, se puede inferir que, si no se usan las demás variables, la probabilidad de que un estudiante tenga bajo rendimiento académico es baja.
- **Estrés académico ($\beta_1 = 5.827$):** Un aumento en el estrés académico incrementa significativamente la probabilidad de bajo rendimiento académico.

- Motivación académica ($\beta_2 = -3.377$): Una disminución de la motivación académica puede aumentar de manera significativa las posibilidades de un bajo rendimiento en los estudios.
- Hábitos de estudio ($\beta_3 = -7.066$): Un aumento en los hábitos de estudio disminuye considerablemente la probabilidad de tener un bajo rendimiento.

La obtención final del modelo matemático se realiza transformando la ecuación con la función sigmoide:

$$P(\text{Bajo rendimiento} = 1) = \frac{e^{(18.226+5.827 \cdot X_1-3.377 \cdot X_2-7.066 \cdot X_3)}}{1 + e^{(18.226+5.827 \cdot X_1-3.377 \cdot X_2-7.066 \cdot X_3)}}$$

4.7 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Esta investigación ha permitido la creación y evaluación de un modelo de regresión logística que predice el bajo rendimiento académico de los estudiantes, tomando en cuenta variables como los hábitos de estudio, la motivación académica y el estrés académico. Estos resultados coinciden con los que realizaron (Pérez Obregón & Romero Díaz, 2018), quien también utilizaron el modelo de regresión logística para predecir el rendimiento académico de los estudiantes utilizando variables como el sexo y el año básico en el que se encontraban. De igual manera, en el estudio realizado por (Calva et al., 2021) también emplearon la regresión logística para predecir qué estudiantes van o no a aprobar un curso de nivelación, para ello se valieron de factores socioeconómicos, demográficos, familiares, institucionales y académicos.

Con base en los valores de los coeficientes, el estrés académico tiene una incidencia importante en el rendimiento académico, el decir que mientras mayor estrés académico el estudiante sienta, mayor será la probabilidad de que presente un bajo rendimiento académico.

Por otro lado, tanto la motivación académica como los hábitos de estudio indicaron efectos negativos en la probabilidad de bajo rendimiento, lo que indica que un aumento en estas variables disminuye la posibilidad de que un estudiante enfrente dificultades académicas. Se puede observar que los hábitos de estudios presentaron el coeficiente más alto (-7.066, $p = 0.0005$), lo que indica que al brindar estrategias para mejorar las capacidades de concentración y de disciplina en los estudiantes se les está minimizando el riesgo de que presenten un bajo rendimiento escolar. También la motivación académica indicó de formar negativa en la reducción del bajo rendimiento (coeficiente = -3.377, $p = 0.015$), sugiriendo entonces que se deben implementar estrategias que mantengan motivado al estudiante para aprender nuevas cosas.

Para poder evaluar el desempeño del modelo predictivo, se generó la curva ROC del mismo, obteniendo un área bajo la curva de 0.982, lo que sugiere que modelo tiene una excelente capacidad para predecir a los estudiantes que podrían tener un bajo rendimiento académico. Además, este valor sugiere que al seleccionar específicamente estas tres variables para hacer el estudio se obtendrá un buen modelo predictivo. Analizando la matriz de confusión se puede observar que el modelo clasificó correctamente la mayoría de los casos, obtenido una tasa de verdaderos positivos del 98.3 %, lo que implica una alta sensibilidad para detectar estudiantes en riesgo. Sin embargo, también se obtuvieron falsos positivos, lo que indica que el modelo necesita mejorar en lo referente a la clasificación para mejorar la especificidad del modelo.

Queda claro entonces que los resultados que se han obtenido en este estudio pueden ser usando para el diseño de estrategias de intervención en el ámbito educativo.

Disminuyendo el estrés académico de los estudiantes por medio de programas de apoyo

emocional e incentivando hábitos de estudios eficaces se podrían disminuir fuertemente la probabilidad de que se presente un bajo rendimiento académico. De igual manera, si dentro de las aulas se implementan metodologías activas de enseñanza, también puede disminuir el riesgo de bajo rendimiento.

Por último, aunque el modelo predictivo desarrollado mostró resultados prometedores, es fundamental su validación en otros contextos educativos para evaluar su aplicabilidad general. En futuras investigaciones, otras variables podrían incorporar otras variables de relevancia, como el apoyo familiar o la autoeficacia académica, para aumentar la capacidad explicativa del modelo y mejorar la detección oportuna de alumnos en riesgo.

Capítulo 5

Marco Propositivo

5.1 PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA

Después de hacer un análisis de los resultados de esta investigación, se ha sugerido una estrategia para reducir del estrés académico en los estudiantes del noveno año, también se busca que mejoren sus hábitos de estudio y que fortalezcan su motivación académica.

5.1.1 Propuesta de solución

5.1.1.1 *Objetivo General*

Desarrollar e implementar un programa de intervención que se base en estrategias para manejar el estrés, fomentar la motivación académica y establecer buenos hábitos de estudio, con el objetivo de mejorar el rendimiento de los estudiantes en la Unidad Educativa Capitán Edmundo Chiriboga.

5.1.1.2 *Objetivos Específicos*

- Crear talleres que se enfoquen en el mejoramiento de la gestión del estrés académico por medio de estrategias de afrontamiento efectivas.
- Brindar estrategias de motivación que ayuden a fortalecer la autonomía y los compromisos de los estudiantes con su propio proceso de aprendizaje.
- Incentivar hábitos de estudios eficaces en los estudiantes por medios de técnicas de manejo del tiempo y de la planificación de actividades enfocadas.
- Medir la eficacia de la propuesta utilizando los indicadores de riesgo académico y de estrategias de afrontamiento efectivas.

5.1.2 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

5.1.2.1 *Talleres de Manejo del Estrés Académico*

Descripción: Se llevarán a cabo sesiones grupales en las que los estudiantes aprenderán técnicas de relajación, respiración y mindfulness, todo con el objetivo de disminuir el estrés y la ansiedad que a menudo surgen dentro de las Unidades Educativas.

Metodología:

- Identificación de los principales factores de estrés a través de encuestas y dinámicas participativas.
- Enseñar estrategias de afrontamiento basadas en la terapia cognitivo-conductual.
- Realización de prácticas guiadas de respiración y relajación

5.1.2.2 *Estrategias de motivación académica*

Descripción: Se aplicarán técnicas de motivación para fortalecer el compromiso del estudiante con su aprendizaje.

Metodología:

- Implementación de metas académicas individuales y grupales.
- Refuerzo positivo por medio de reconocimientos y premios simbólicos.
- Aplicación de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y gamificación.

5.1.2.3 Fortalecimiento de Hábitos de Estudio

Descripción: Se utilizarán técnicas de motivación tanto intrínseca como extrínseca para aumentar el compromiso de los estudiantes con su aprendizaje.

Metodología:

- Definición de metas académicas, tanto individuales como grupales.
- Refuerzo positivo a través de reconocimientos y premios simbólicos.
- Implementación de metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación.

5.1.3 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

La implementación de la presente propuesta será clave para mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes, ya que, al ofrecer técnicas de relajación para combatir el estrés académico, así como mejorar los hábitos de estudios y mejorar la motivación académica, los estudiantes se sentirán apoyados. Esto también le permite la Institución destacar en el ámbito académico, mejorando su reputación.

5.1.4 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Para realizar la evaluación de las estrategias de intervención, se realizará un análisis comparativo del rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la aplicación del mismo, para lo cual se van a utilizar los siguientes indicadores:

- Resultados académicos de las cuatro asignaturas básicas.
- Medición de los niveles de estrés por medio de encuestas.
- Medir el grado de satisfacción de los estudiantes después de aplicar la intervención.

5.1.5 CONCLUSIÓN

El desarrollo de esta propuesta surge como respuesta ante los hallazgos de esta investigación al momento de realizar el modelo de regresión logística, lo que pone de manifiesto lo importante que es reducir los niveles de estrés académico, fortalecer los hábitos de estudio y mejorar la motivación académica de los estudiantes. Poniendo en marcha este plan, los niveles educativos de todos los estudiantes mejorarán, contribuyendo al bienestar de la comunidad educativa.

Conclusiones

Se logró crear un modelo de regresión logística que ayuda a predecir la probabilidad de que los estudiantes presenten bajo rendimiento académico tomando en cuenta factores académicos y socioemocionales como los hábitos de estudio, el estrés académico y la motivación académica en el noveno año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga”.

Después de recolectar y analizar los datos, se logró descubrir que la variable del estrés académico tiene un fuerte impacto positivo en el riesgo de bajo rendimiento académico de los estudiantes, mientras que la motivación y los hábitos de estudio muestran un impacto negativo. Estos hallazgos refuerzan el hecho de que los factores socioemocionales afectan de forma directa el rendimiento escolar.

El modelo fue validado utilizando datos reales de los paralelos A, B, C, D, E, F, G y H, y demostró tener una capacidad predictiva adecuada. La curva ROC mostró un área bajo la curva significativa, lo que indica un buen nivel de discriminación entre estudiantes con y sin riesgo de bajo rendimiento académico.

La decisión de utilizar R Studio para realizar el análisis de los datos fue acertada, ya que facilitó la tarea debido a que tiene una interfaz adecuada para llevar a cabo dicha tarea, y gracias a ello se logró desarrollar el modelo matemático predictivo. Esto indica que utilizar herramientas computacionales en las Unidades Educativas es fundamental para tomar decisiones informadas basadas en evidencia.

Recomendaciones

Se recomienda incrementar las variables que se deben usar para la elaboración del modelo matemático, como los factores familiares y el nivel socioeconómico, con la finalidad de cubrir un mayor aspecto dentro del contexto integral de los estudiantes que pudiera afectar su rendimiento académico.

Se recomienda que la Unidad Educativa “Capitán Edmundo Chiriboga” instruya a toda su planta docente en la utilización de herramientas y modelos predictivos para que puedan implementar estrategias preventivas a tiempo e implementar estrategias para combatir el fracaso escolar.

Se recomienda que las autoridades de la Institución utilicen los resultados del modelo predictivo para diseñar estrategias de intervención temprana, como tutorías especializadas, programas de gestión del estrés y técnicas de estudio personalizadas, con el objetivo de disminuir el riesgo de bajo rendimiento académico en los estudiantes.

Se recomienda a las autoridades de la Institución que utilicen los resultados de esta investigación para que diseñen un plan de acción cuando se detecten las primeras señales de bajo rendimiento académico en los estudiantes, de esa forma, las soluciones serán preventivas y no reactivas.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez-Yaulema, M., Ponce-Valle, M., Alban-Alcivar, J., & Zambrano-Salazar, L. (2024). Revisión de modelos estadísticos para pronosticar el desempeño académico en estudiantes universitarios. *MQRInvestigar*, 8(2), Article 2.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.3806-3823>
- Argueta, E. I. E. G. de. (2024). Rendimiento académico según la modalidad de enseñanza. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 7(2), 1-11.
<https://doi.org/10.46954/revistages.v7i2.132>
- Bastidas Guacho, G. K., Moreno Vallejo, P. X., & María Elena Vallejo Sanaguano. (2021). Predicción del nivel de riesgo de reprobación estudiantes de educación superior usando un modelo de red neuronal artificial. *ConcienciaDigital*, 4(3.1), 95-104.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1.1816>
- Bustamante Neira, G. J., & Cabrera Berrezueta, L. B. (2022). Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de bachillerato en el cantón Sucúa-Ecuador. *Ciencia Digital*, 6(4), 97-115. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i4.2338>
- Calificación escolar. (2025). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Calificaci%C3%B3n_escolar&oldid=165664436
- Calva, K., Flores, M., Porras, H., & Cabezas-Martínez, A. (2021). Modelo de predicción del rendimiento académico para el curso de nivelación de la Escuela Politécnica Nacional a partir de un modelo de aprendizaje supervisado. *Latin-American Journal of Computing*, 8(2), Article 2.

Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación

Superior del Ecuador. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Consejo_de_Evaluaci%C3%B3n,_Acreditaci%C3%B3n_y_Aseguramiento_de_la_Calidad_de_la_Educaci%C3%B3n_Superior_del_Ecuador&oldid=164184561

Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf. (s. f.). Recuperado 9 de marzo de 2025, de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Delgado Aguilar, R. C., Gutiérrez Reynoso, M. R., & Dueñas Béjar, J. (2014). Predicción del rendimiento académico en la asignatura de Matemática Básica en la unalm utilizando la técnica de Regresión Logística Binaria. *Anales Científicos*, 75(2), 310-315.

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>

Heredia R, J. J., Rodríguez H, A. G., & Vilalta A, J. A. (2014). Predicción del rendimiento en una asignatura empleando la regresión logística ordinal. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40(1), 145-162. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052014000100009>

Herrero-Corona, L. (2021). Modelo predictivo para la selección de técnica de medición de la opinión pública. *The Anáhuac journal*, 21(2), 50-77. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2021.v21n2.02>

Imig, P. G. (s. f.). Academic performance: A conceptual journey that approximates a. *Revista de Educación*.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ecuador). (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Instituto_Nacional_de_Evaluaci%C3%B3n_Educativa_\(Ecuador\)&oldid=160871169](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Instituto_Nacional_de_Evaluaci%C3%B3n_Educativa_(Ecuador)&oldid=160871169)

Jijón Bautista, K. A. (2023). *Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial de los estudiantes de bachillerato en las Unidades Educativas fiscales del distrito educativo 05D06 (Salcedo—Ecuador)*.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19293>

Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf. (s. f.). Recuperado 9 de marzo de 2025, de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf>

Martínez Pérez, J. A., & Pérez Martín, P. S. (2022). La curva ROC. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 49(1). <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2022.101821>

Martínez-Pérez, J. R., Ferrás-Fernández, Y., Bermudez-Cordoví, L. L., Ortiz-Cabrera, Y., & Pérez-Leyva, E. H. (2020). Regresión logística y predicción del bajo rendimiento académico de estudiantes en la carrera Medicina. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 45(4), Article 4.

<https://revzoilomarinellosldcu/index.php/zmv/article/view/2230>

Mendoza, A. M., Cadavid, D. V., & Santana, S. D. (2017). Estrategias de aprendizaje en la educación superior. *Sophia*, 13(2), Article 2.

<https://doi.org/10.18634/sophiaj.13v.2i.461>

- Molina, P. P., Cortazar, S. U., Hernández, A., & Morales, A. G. (2023). Predicción del rendimiento académico mediante técnicas del análisis multivariado en la asignatura de ecuaciones diferenciales. *Tesla Revista Científica*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e126>
- Norambuena, J. M., Badilla-Quintana, M. G., & Angulo, Y. L. (2022). Modelos predictivos basados en uso de analíticas de aprendizaje en educación superior: Una revisión sistemática. *Texto Livre*, 15, e36310. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.36310>
- 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>
- Quispe, J. T. (2010). Factores que influyen en el rendimiento académico y la deserción de los estudiantes de la facultad de ingeniería económica de la Una-puno, periodo 2009. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 11. <https://ideas.repec.org//a/erv/cedced/y2010i11111.html>
- Reyes Rocabado, J., Escobar Flores, C., Duarte Vargas, J., & Ramirez Peradotto, P. (2007). UNA APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN LA PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO ESTUDIANTIL. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 33(2), 101-120. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052007000200006>
- Seoane, J., & Bustamante, J. (2005). *Modelos predictivos de la distribución de especies: Una revisión de sus limitaciones*. <https://digital.csic.es/handle/10261/46973>
- Veiga, F. G., Díaz-Reixa, J. P., Díaz, S. P., Breijo, S. M., Dacal, J. G., Andraca, A. Z., Nebra, J. C., López, D., & Fernández, S. P. (s. f.). *IMPACTO DE LOS MODELOS*

*PREDICTIVOS Y LA TOMA DE DECISIONES EN CÁNCER DE PRÓSTATA: UN
DEBATE INTEGRAL.*

Vélez, J. L. V., & Ruperti, L. M. M. (2024). Factores emocionales y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes. *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE*. ISSN: 2600-6030, 7(13), Article 13.
<https://doi.org/10.56124/sapientiae.v7i13.0001>

Anexos

Anexo A. CUESTIONARIO SOBRE LA MOTIVACIÓN ACADÉMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

MAESTRÍA EN MATEMÁTICA APLICADA CON MENCIÓN EN MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

Encuesta sobre su motivación académica.

Instrucciones: Responda a las siguientes afirmaciones sobre su motivación académica, seleccionando con una "X" una opción de acuerdo con su nivel de acuerdo.

Escala de Likert:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Neutral

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Me esfuerzo por obtener buenas calificaciones, aunque me cueste trabajo.					
2	Me interesa aprender los temas que se enseñan en el colegio.					
3	Me siento motivado para estudiar, incluso cuando los temas son difíciles.					
4	Estudio para comprender profundamente los temas, no solo para aprobar exámenes.					
5	Mi motivación para estudiar depende de la importancia que veo en los temas.					

Muchas gracias por su participación.

Anexo B. Cuestionario sobre los hábitos de estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

MAESTRÍA EN MATEMÁTICA APLICADA CON MENCIÓN EN MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

Encuesta sobre sus hábitos de estudio.

Instrucciones: Responda a las siguientes afirmaciones sobre sus hábitos de estudio, seleccionando con una "X" una opción de acuerdo con su nivel de acuerdo.

Escala de Likert:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Neutral

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Dedico un tiempo suficiente para estudiar fuera de las clases.					
2	Organizo mi tiempo de estudio para abordar todos los temas necesarios.					
3	Uso técnicas de estudio eficaces (por ejemplo, resúmenes, mapas conceptuales, etc.)					
4	Reviso regularmente lo aprendido en la clase para consolidar mis conocimientos.					
5	Puedo concentrarme bien durante mis horas de estudio.					

Muchas gracias por su participación.

Anexo C. Cuestionario sobre el estrés académico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

MAESTRÍA EN MATEMÁTICA APLICADA CON MENCIÓN EN MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

Encuesta sobre su percepción sobre el estrés académico.

Instrucciones: Responda a las siguientes afirmaciones sobre el estrés académico al que usted considera que se siente sometido, seleccionando con una "X" una opción de acuerdo con su nivel de acuerdo.

Escala de Likert:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Neutral

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Me resulta difícil cumplir con todas mis responsabilidades académicas dentro de los plazos establecidos.					
2	Frecuentemente tengo que sacrificar horas de sueño para completar mis estudios.					
3	Me siento estresado/a cuando tengo que entregar trabajos o estudiar para exámenes.					
4	Considero que la metodología de enseñanza en mis clases incrementa mi nivel de estrés.					
5	Siento que los docentes tienen expectativas demasiado altas sobre mi desempeño.					
6	Cuando me siento estresado/a por la escuela, puedo encontrar maneras de relajarme.					

Muchas gracias por su participación.

Anexo D. Resultados del cuestionario

	A	B	C	D
1	Estrés_académico	Hábitos_de_estudio	Motivación_Académica	
2	3,8	3,4	3	
3	4,0	2,6	3,6	
4	3,8	2,6	3,6	
5	3,7	2,8	3,4	
6	3,5	2	3,4	
7	3,5	3	3	
8	3,3	2,4	3	
9	3,7	2,8	4,4	
10	3,2	2,6	3,8	
11	3,5	2,4	4,2	
12	3,8	2,6	2,4	
13	3,7	2,2	2,8	
14	4,0	2,6	4,2	
15	3,5	3,4	3,6	
16	3,7	2,6	3,6	
17	4,0	3,2	3,2	

17	4,0	3,2	3,2
18	3,2	2,2	3
19	4,0	3	3,6
20	3,0	3	3,8
21	3,5	2,6	3,8
22	4,2	2,6	2,8
23	4,0	3	3,6
24	4,2	3,2	4
25	2,7	2,6	4
26	3,0	2,8	3,2
27	4,3	3,4	2,8
28	3,0	2,8	3,2
29	3,7	2,4	3,6
30	3,3	2,4	3,8
31	3,5	3,2	3,6
32	2,5	3	2,6
33	4,2	2,2	2,6
34	3.2	2.6	3.8

Anexo E. Depuración de los datos

```

Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
1 #Ver estructura de los datos
2 str(Datos)
3
4 #Resumen estadístico de las variables numéricas
5 summary(Datos)
6
7 #Contar valores faltantes por columnas
8
9 colSums(is.na(Datos)) #No existen valores faltantes
10
11 #DETERMINAR Y ELIMINAR VALORES ATÍPICOS
12
13 # Boxplots para detectar valores atípicos en cada variable
14
15 boxplot(Datos$Estrés_académico, main = "Estrés Académico", col = "lightblue")
16 boxplot(Datos$Motivación_Académica, main = "Motivación Académica", col = "lightgreen")
17 boxplot(Datos$Hábitos_de_estudio, main = "Hábitos de Estudio", col = "lightcoral")
18
19 #NO EXISTEN VALORES ATÍPICOS EN LAS VARIABLES
20

```

Anexo F. Creación del modelo

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
20
21 #CREACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA
22
23 # Instalar paquetes
24 install.packages("readxl") # Para leer archivos Excel
25 install.packages("dplyr") # Para manipulación de datos
26 install.packages("ggplot2") # Para visualización
27 library(dplyr)
28 install.packages("pROC")
29 library(pROC)
30 #Ver las primeras líneas para observar si se cargaron bien los datos
31
32 head(Datos)
33
34 #Crear la variable de bajo rendimiento académico
35
36 # Crear la variable Bajo_rendimiento según los criterios establecidos
37
```

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
35
36 # Crear la variable Bajo_rendimiento según los criterios establecidos
37
38 Datos <- Datos %>%
39   mutate(Bajo_rendimiento = ifelse(
40     Estrés_académico >= 3.5 | Motivación_Académica <= 3 | Hábitos_de_estudio <= 3,
41     1, 0))
42
43 # Verificar si se creó correctamente
44 table(Datos$Bajo_rendimiento)
45
46 # Convertir Bajo_rendimiento en un factor
47 Datos$Bajo_rendimiento <- as.factor(Datos$Bajo_rendimiento)
48
49 # Verificar estructura
50 str(Datos)
51
```

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
40   Estrés_académico >= 3.5 | Motivación_Académica <= 3 | Hábitos_de_estudio <= 3,
41   1, 0))
42
43   # Verificar si se creó correctamente
44   table(Datos$Bajo_rendimiento)
45
46   # Convertir Bajo_rendimiento en un factor
47   Datos$Bajo_rendimiento <- as.factor(Datos$Bajo_rendimiento)
48
49   # Verificar estructura
50   str(Datos)
51
52   # Ajustar el modelo de regresión logística
53   modelo_logistico <- glm(Bajo_rendimiento ~ Estrés_académico + Motivación_Académica + Hábitos_de_estudio,
54                           data = Datos, family = binomial)
55   # Resumen del modelo
56   summary(modelo_logistico)
57
```

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
58   summary(modelo_logistico)
59
60   # Obtener los coeficientes en términos de odds ratio
61   exp(coef(modelo_logistico))
62
63   # Obtener los coeficientes del modelo
64   coeficientes <- coef(modelo_logistico)
65   print(coeficientes)
66
```

Anexo G. Evaluación del modelo

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
64
65   #EVALUACIÓN DEL MODELO
66
67   # Predecir probabilidades con el modelo
68   predicciones <- predict(modelo_logistico, type = "response")
69
70   # Convertir probabilidades en clases (umbral de 0.5)
71   pred_clases <- ifelse(predicciones >= 0.5, 1, 0)
72
73   # Convertir a factor para comparar con la variable real
74   pred_clases <- as.factor(pred_clases)
75
76   # Crear matriz de confusión
77   table(Predicción = pred_clases, Real = Datos$Bajo_rendimiento)
78
79   install.packages("reshape2")
80   library(reshape2)
81
```

Anexo H. Matriz de confusión

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
81
82 # Crear la matriz de confusión manualmente
83 conf_matrix <- matrix(c(4, 1, 5, 291), nrow = 2, byrow = TRUE,
84                       dimnames = list("Predicción" = c("0", "1"),
85                                       "Real" = c("0", "1")))
86
87 curva_roc <- roc(Datos$Bajo_rendimiento, predicciones)
88 # Convertir la matriz en un data frame para ggplot2
89 conf_melt <- melt(conf_matrix)
90
91 # Mostrar la AUC (Área Bajo la Curva)
92 print(curva_roc$auc)
93 # Graficar la matriz de confusión
94 ggplot(conf_melt, aes(x = Real, y = Predicción, fill = value)) +
95   geom_tile(color = "black") +
96   geom_text(aes(label = value), size = 8, color = "white") +
97   scale_fill_gradient(low = "lightblue", high = "darkblue") +
98   labs(title = "Matriz de Confusión", x = "Real", y = "Predicción") +
99   theme_minimal()
```

Anexo I. Curva ROC del modelo

```
Modelo de regresión logística.R* x Datos x
Source on Save Run
99 theme_minimal()
100
101
102 # Graficar la curva ROC
103 ggroc(curva_roc, color = "blue", size = 1) +
104   ggtitle(paste("Curva ROC - AUC:", round(curva_roc$auc, 3))) +
105   xlab("1 - Especificidad (FPR)") +
106   ylab("Sensibilidad (TPR)") +
107   theme_minimal()
108
109 ggroc(curva_roc, color = "blue", size = 1) +
110   geom_abline(slope = 1, intercept = 0, linetype = "dashed", color = "gray") + # Línea de referencia
111   annotate("text", x = 0.6, y = 0.2, label = paste("Área bajo la curva (AUC):", round(curva_roc$auc, 3)),
112          color = "red", size = 5, fontface = "bold") + # AUC en el gráfico
113   ggtitle("Curva ROC") +
114   xlab("Tasa de falsos positivos") +
115   ylab("Tasa de verdaderos positivos") +
116   theme_minimal() +
117   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, face = "bold", size = 14))
118
```

Anexo J. Cálculo del R²

```
119 #CALCULAR EL R2
120
121 install.packages("pscl")
122 library(pscl)
123 # Calcular el pseudo R2 de McFadden
124 pR2(modelo_logistico)
125
125:1 (Top Level) ▾
```

Console Background Jobs x

R 4.4.3 · ~/

```
Stanford University (2002–2015),
by and under the direction of Simon Jackman.
hurdle and zeroinfl functions by Achim Zeileis.
> # Calcular el pseudo R2 de McFadden
> pR2(modelo_logistico)
fitting null model for pseudo-r2
      llh      llhNull      G2      McFadden      r2ML      r2CU
-15.6166382 -40.4530582  49.6728400  0.6139565  0.1521284  0.6454402
> |
```

Anexo K. Alfa de Cronbach para la encuesta sobre motivación académica

```
Reliability analysis
Call: alpha(x = Motivacion_Academica)

raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N ase mean sd median_r
0.71      0.71      0.72      0.38 2.5 0.027 4.5 0.48 0.34

95% confidence boundaries
      lower alpha upper
Feldt 0.66 0.71 0.76
Duhachek 0.66 0.71 0.77
```

Anexo L. Alfa de Cronbach para la encuesta sobre hábitos de estudio

```
> alpha(habitos_de_estudio)

Reliability analysis
Call: alpha(x = habitos_de_estudio)

raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N ase mean sd median_r
0.76      0.76      0.75      0.39 3.2 0.064 3.5 0.76 0.4

95% confidence boundaries
      lower alpha upper
Feldt 0.61 0.76 0.86
Duhachek 0.63 0.76 0.88
```

Anexo M. Alfa de Cronbach para la encuesta sobre estrés académico

```
> alpha(Estres_Academico)

Reliability analysis
Call: alpha(x = Estres_Academico)

raw_alpha std.alpha G6(smc) average_r S/N ase mean sd median_r
0.85      0.85      0.85      0.49 5.9 0.013 2 0.84 0.53

95% confidence boundaries
      lower alpha upper
Feldt 0.83 0.85 0.88
Duhachek 0.83 0.85 0.88
```