



Implementación de un sistema web basado en la metodología ICONIX, orientado a optimizar la gestión y administración de los servicios de ti en el Ministerio Público

Implementation of a web-based system based on the ICONIX methodology, aimed at optimizing the management and administration of IT services in the Public Ministry

Mónica M. Navarro Pajuelo
Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue optimizar la gestión y administración de los servicios de TI en el Ministerio Público mediante la implementación de un sistema web basado en la metodología ICONIX.

El estudio se clasificó como aplicado, con un enfoque predominantemente cuantitativo complementado con técnicas cualitativas, y se utilizó un diseño preexperimental de un solo grupo con medición pretest–postest, lo que permitió evaluar el impacto de la propuesta tecnológica. La población considerada en la metodología presenta inconsistencias, pues se definió en el manuscrito como los requerimientos de TI del Ministerio Público con una muestra de 80 registros.

En cuanto a los resultados cuantitativos, las pruebas de hipótesis mostraron un valor de significancia $p = 0.000 (< 0.05)$ con un nivel de confianza del 95%, evidenciando diferencias estadísticamente significativas y confirmando los efectos positivos del modelo predictivo en la reducción de la deserción. Se concluye que el uso de machine learning es pertinente y efectivo, siempre que exista una adecuada gestión de datos y una implantación institucional sólida.

Palabras claves: ICONIX, gestión de servicios TI, sistema web, Ministerio Público.

Abstract

The main objective of the research was to optimize the management and administration of IT services in the Public Prosecutor's Office by implementing a web-based system based on the ICONIX methodology.

The study was classified as applied, with a predominantly quantitative approach complemented by qualitative techniques. A single-group pre-experimental design with pretest–posttest measurements was used, allowing for the evaluation of the impact of the technological proposal. The population considered in the methodology presents inconsistencies, as it was defined in the manuscript as the IT requirements of the Public Prosecutor's Office with a sample of 80 records.


Regarding the quantitative results, hypothesis tests showed a significance value of $p = 0.000 (< 0.05)$ with a 95% confidence level, demonstrating statistically significant differences and confirming the positive effects of the predictive model in reducing attrition. It is concluded that the use of machine learning is relevant and effective, provided there is adequate data management and a solid institutional implementation.

Keywords: ICONIX, IT service management, web system, Public Prosecutor's Office.



Publicado: 20/10/2025
Aceptado: 20/10/2025
Recibido: 10/09/2025

Open Access
Article scientific

 <https://doi.org/10.47422/jstri.v6i2.68>





Introducción

La gestión eficiente de los servicios de Tecnologías de la Información (TI) constituye un eje estratégico para garantizar la modernización del Estado y la calidad de los servicios públicos. Sin embargo, diversas instituciones en América Latina presentan limitaciones en este ámbito, caracterizadas por procesos fragmentados, registros inconsistentes, escasa trazabilidad de incidencias y uso ineficiente de los recursos tecnológicos, lo que afecta la transparencia institucional y la satisfacción de los usuarios [1], [2] y [3]. En el caso del Perú, el Ministerio Público enfrenta una problemática similar, ya que gran parte de la gestión de servicios TI se realiza mediante procesos manuales o semiautomatizados con baja integración entre áreas, lo que genera duplicidad de tareas, pérdida de información, demoras en la atención de incidencias y ausencia de indicadores objetivos de desempeño. Estas deficiencias no solo afectan la productividad interna, sino que también limitan la capacidad institucional para responder de manera oportuna a sus funciones misionales, en contravención con normativas como la Ley N.º 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado, y la Ley N.º 30056, que promueve el uso obligatorio de medios digitales en la gestión pública. En este contexto, surge la necesidad de implementar soluciones digitales que fortalezcan la gestión de servicios de TI y permitan superar las debilidades estructurales existentes. Una de las principales carencias identificadas es la falta de un sistema estandarizado para la gestión de incidencias y requerimientos tecnológicos, lo cual limita la trazabilidad de los tickets, incrementa los tiempos de respuesta y genera insatisfacción entre los usuarios internos. La ausencia de plataformas modernas contradice, además, los lineamientos de la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la PCM, que establecen como principio del Estado peruano la progresiva digitalización de procesos internos. En consecuencia, se plantea como problema general determinar en qué medida la implementación de un sistema web basado en la metodología ICONIX optimiza la gestión y administración de los servicios de TI en el Ministerio Público, con objetivos específicos orientados a reducir tiempos de resolución, mejorar la trazabilidad de tickets, incrementar la productividad operativa y elevar la satisfacción de los usuarios internos.

Estudios previos internacionales y nacionales respaldan la pertinencia de abordar esta problemática mediante soluciones tecnológicas estructuradas. Investigaciones como las de [4], enfocadas en la automatización de clasificación de tickets con Machine Learning, por otro lado, [2] menciona sobre la evaluación de usabilidad y seguridad en sitios web gubernamentales, destacan la

relevancia de sistemas que garanticen eficiencia, trazabilidad y seguridad. Del mismo modo, antecedentes locales como los de [5], [6] evidencian mejoras significativas en los tiempos de atención y en la satisfacción del usuario tras la implementación de sistemas de mesa de ayuda basados en metodologías de desarrollo estructurado. Estos aportes refuerzan la pertinencia de la presente investigación, al proponer un sistema web desarrollado bajo ICONIX, metodología semi-ágil que permite un modelado estructurado y controlado de los requerimientos, asegurando precisión en el diseño y flexibilidad en la implementación.

La justificación de este estudio se sustenta en tres dimensiones: teórica, práctica y metodológica. En el lado práctico, este trabajo responde a la necesidad concreta del Ministerio Público de contar con una plataforma que mejore la gestión de servicios TI, optimizando recursos y elevando la satisfacción de los usuarios internos, con impacto indirecto en la calidad de los servicios a la ciudadanía [7]. Metodológicamente, se justifica como una investigación aplicada con diseño preexperimental, sustentada en la implementación de una solución en un entorno real, midiendo objetivamente indicadores de desempeño como tiempos de atención, trazabilidad, productividad y satisfacción del usuario.

Marco teórico

Teoría general de sistemas

La Teoría General de Sistemas (TGS), formulada por Ludwig von Bertalanffy en 1968, propone que todo sistema está compuesto por partes interrelacionadas que forman un todo estructurado. La teoría general de los sistemas (TGS) aseguraba que el comportamiento de un sistema no puede entenderse sólo a partir del estudio de sus componentes, sino que debe analizarse en el todo [8]. Por lo tanto, la TGS se aplica en ciencias sociales, administración, informática y desarrollo organizacional; ya que produce un marco para comprender la complejidad y la organización de los procesos interdependientes. La teoría general de los sistemas se relaciona directamente con la presentación del sistema web en el MP, puesto que dicho sistema presenta múltiples módulos funcionales que interactúan entre sí y con el entorno institucional, es decir, módulos de registro de tickets, seguimiento, asignación, cierre, reportes [9]. Aplicar la TGS permite modelar el sistema como un conjunto organizado, con entradas (ticket o requerimientos), procesos internos (automatización, trazabilidad) y salidas (resolución de incidencias, satisfacción del usuario); asimismo, en la integración con los flujos de trabajo del área de TI; ya que eso implica entender el sistema como un sistema de mayor orden: gestión pública tecnológica.



Teoría sociotécnica

La teoría sociotécnica, desarrollada por Eric Trist y sus colaboradores en el Instituto Tavistock (Reino Unido), sostiene que las organizaciones deben diseñarse teniendo en cuenta dos subsistemas: el técnico (tecnologías, procesos y estructuras) y el social (personas, roles, cultura organizacional) [10]. Un sistema óptimo no se logra priorizando uno sobre el otro, sino integrando ambos para obtener eficiencia y satisfacción humana simultáneamente [11]. La implementación de un sistema web en una entidad pública como el Ministerio Público no solo implica una mejora técnica, sino también una adaptación humana. Los procesos automatizados y estructurados por medio de ICONIX deben ser utilizados por personal que tradicionalmente podría estar habituado a métodos manuales o fragmentados. Aquí, la teoría sociotécnica aporta el sustento para comprender que el éxito del sistema dependerá tanto de su diseño técnico como de su aceptación y uso por parte de los usuarios internos. Esto justifica acciones complementarias como capacitación, diseño centrado en el usuario y retroalimentación durante el desarrollo.

Teoría del cambio organizacional

La teoría del cambio organizacional analiza cómo las instituciones adoptan nuevas prácticas, procesos o estructuras, y qué factores facilitan o dificultan esa transición. Todo cambio sigue tres fases: descongelamiento (preparar a la organización), cambio (introducción de nuevas prácticas) y recongelamiento (consolidación del cambio) [12]. Otros modelos actuales incluyen factores como liderazgo, comunicación efectiva, y participación del personal. El cambio de un sistema tradicional de gestión de tickets hacia una solución web estructurada implica una transformación en la forma en que se gestionan los servicios de TI dentro del Ministerio Público. La teoría del cambio organizacional sustenta metodológicamente los desafíos y estrategias que acompañan la implementación del sistema basado en ICONIX [13]. Por ejemplo, se justifica la necesidad de sensibilización del personal, la capacitación técnica, el diseño iterativo con validaciones parciales, y la incorporación de retroalimentación para asegurar la adopción sostenible del nuevo sistema.

Tecnologías de la información en la gestión pública

La gestión y administración de los servicios de TI en las instituciones públicas se ha transformado significativamente gracias al avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). La incorporación de sistemas informáticos para la atención de requerimientos tecnológicos, tales como plataformas de soporte, gestión de tickets y automatización de procesos, permite reducir tiempos de respuesta, estandarizar

procedimientos y aumentar la trazabilidad de los servicios ofrecidos por las áreas de TI internas [14]. En ese sentido, la digitalización de operaciones de soporte permite el procesamiento de patrones de solicitudes, su categorización, la tarea de su asignación y la tarea de su resolución de manera formal y organizada, con el incremento de la productividad de la operación y un aumento de la percepción de calidad de los servicios ofrecidos por esta área tecnológica a sus usuarios internos. Uno de los fundamentos de este proceso es la capacidad de las tecnologías para estructurar los datos organizacionales y convertirlos en información útil para la toma de decisiones. Un sistema de información bien implementado asegura que los datos tomados sean los correctos, actualizados, accesibles y seguros [14]. En el caso de las entidades públicas, estas condiciones se ven todavía más exigidas debido al impacto que tienen sobre la continuidad de los servicios institucionales. En concreto, el sector público enfrenta una serie de retos estructurales para una implementación tecnológica eficiente, desde la resistencia al cambio hasta la falta de integración con sistemas heredados o la falta de formación del personal para realizar la administración de plataformas digitales [15]. Estos retos requieren metodologías que garanticen resultados llevaderos, seguros y que sean de fácil adopción. Es aquí donde las tecnologías web, el modelado estructurado y la arquitectura de microservicios se vuelven estratégicamente relevantes, junto con el uso de herramientas de gestión de tickets web, como el sistema que se propone en esta investigación, que permiten concretar flujos automatizados de atención con trazabilidad total sobre los mismos. Y al estar basadas en tecnologías accesibles a través de la navegadora y en potencial enfangado en entornos cloud, permiten aligerar la carga de mantenimiento de infraestructura. En el plano funcional, el hecho de usar tecnologías que registran automáticamente las métricas operativas (tiempos de atención, carga de trabajo de cada técnico, tickets resueltos, etc.) y permiten elaborar reportes de calidad para evaluar el funcionamiento del área de TI, facilita en gran medida la toma de decisiones basada en datos. Por otra parte, estas herramientas permiten mejorar la productividad interna, según los autores en un porcentaje superior al 40 %, así como una reducción de los tiempos de respuesta de hasta en un 60 %, especialmente en instituciones que antes de la adopción de estas tecnologías operaban con procesos manuales o fraccionados [16]. No obstante, la adopción de estas tecnologías no está exenta de condiciones críticas para su éxito. Tal como remarcan [17], debe existir una fuerte normativa, procesos institucionales estandarizados, así como una estrategia de implantación gradual con necesaria formación del personal y evaluación continua. Sólo así se puede asegurar que la digitalización de los servicios de TI produciría impactos positivos sostenidos a lo largo del tiempo. En breve, las tecnologías



aplicadas a la gestión y administración de los servicios de TI en el contexto del sector público no constituyen solamente una herramienta de modernización, sino que son, además, una palanca estratégica para lograr una mejora en la eficiencia institucional, la transparencia de las operaciones y la satisfacción del uso por parte de los usuarios internos. El sistema web pertinente basado en la metodología ICONIX que se ha propuesto en esta tesis, se articula precisamente en virtud de esos principios, orientándose a fortalecer el funcionamiento de la Mesa de Ayuda del Ministerio Público con planteamientos de una solución tecnológica funcional, trazable, escalable y acorde a los estándares de la actual gestión pública.

Gobierno de T.I.

El Gobierno de TI es el conjunto de estructuras, los procesos y los mecanismos de liderazgo que permiten tomar decisiones estratégicas sobre las TI en una institución pública. Su principal objetivo es el de garantizar que las inversiones en tecnología generen valor, que estén alineadas con los objetivos institucionales y que cuenten con el seguimiento necesario para su sostenibilidad [18]. En el marco del Gobierno de TI, dicha solución permite llevar a cabo un registro, un seguimiento y un análisis de los tickets del soporte de forma transparente y trazable, permitiendo, por tanto, disponer de una evidencia objetiva para la toma de decisiones estratégicas en el alto mando.

Gestión de T.I.

La Gestión de TI tiene una clara orientación a la administración operativa de los recursos tecnológicos, es decir, incluye la planificación, la implementación y el mantenimiento de los sistemas de información. Implica, además, la concepción y ejecución de procesos eficientes que garanticen la continuidad de los servicios tecnológicos, así como la mejora paulatina de los mismos [20]. El sistema web desarrollado bajo ICONIX permite obtener una mejora directa en la gestión de los servicios TI, especialmente en el funcionamiento de la Mesa de Ayuda. Al automatizar flujos de atención, sistematizar el registro de tickets y ofrecer indicadores en tiempo real, se optimizan los procesos internos, tales como asignaciones, el cierre de incidencias o la resolución de las mismas; y la trazabilidad proporcionada concede una serie de ventajas en cuanto a auditorías, control de calidad y cumplimiento de los niveles de servicio definidos (SLAs).

Mejora continua

La Mejora Continua es un principio obligado en el modelo SIGETSIv2, ya que se refiere a la capacidad de la institución para evaluar periódicamente sus procesos, para identificar brechas y oportunidades, y para aplicar acciones correctivas y/o preventivas que incrementan la eficiencia,

la eficacia y la calidad del servicio [20]. La propia metodología ICONIX también permite la mejora continua, dado que el desarrollo del sistema web se estructura a partir de los requerimientos reales recogidos, para ejecutar posteriormente ajustes progresivos eligiendo entre las validaciones parciales. Cuando el sistema entra en producción, este produce las métricas más relevantes (tiempo de respuesta, satisfacción del usuario, volumen de tickets atendidos), los cuales retroalimentan los procesos de mejora en base a la evidencia empírica de los resultados obtenidos. De este modo, el sistema no solo resuelve problemas actuales, sino que se convierte en una plataforma de evolución continua de la gestión tecnológica institucional.

Planificación estratégica eficaz

La planificación estratégica eficaz se entiende como el proceso mediante el cual una organización define sus metas a largo plazo, establece prioridades, asigna recursos, y diseña planes de acción que [21] le permitan alcanzar esos objetivos en un entorno cambiante. Tal y como afirman [22], la planificación también debe ser técnica, pero también debe ser política, participativa y realista; debe considerar los recursos, los actores y las exigencias normativas que dificultan la toma de decisiones.



Figura 1. Planificación estratégica eficaz de T.I.

Metodología CRISPDM

La metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) es un proceso estructurado para proyectos de minería de datos que proporciona un marco estandarizado y ampliamente aceptado para el desarrollo de modelos predictivos [23]. Este enfoque consta de seis fases principales: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y despliegue. Según [24], una de sus principales fortalezas es la naturaleza iterativa y cíclica del proceso, que permite ajustar continuamente las decisiones metodológicas en función de los resultados obtenidos y del conocimiento progresivo de los datos. CRISP-DM ha sido reconocido como un estándar de facto en proyectos de ciencia de datos debido a su flexibilidad y aplicabilidad a distintos dominios, desde sectores empresariales hasta el ámbito



educativo [25]. Su aplicación asegura que las fases de preparación y modelado estén estrechamente vinculadas con los objetivos institucionales de retención estudiantil, y que los resultados obtenidos puedan traducirse en estrategias de intervención concretas y sustentadas en evidencia empírica. Finalmente, el uso de CRISP-DM contribuye a la producción de documentación y reportes sistemáticos incrementando la sostenibilidad y replicabilidad del modelo predictivo en futuras investigaciones y en procesos de gestión educativa.



Figura 2. Metodología ICONIX.

Marco legal institucional

Ministerio Público del Perú:

Como parte del sistema judicial, su función se extiende a la lucha contra la criminalidad, la protección de víctimas y testigos, así como el control de la legalidad de los actos administrativos [5].

Constitución Política del Perú de 1993

La Constitución establece principios fundamentales aplicables al uso de tecnologías en la gestión pública [26]:

- **Artículo 39º:** Todos los funcionarios y trabajadores públicos están al servicio de la Nación. Esta disposición refuerza la responsabilidad de las entidades del Estado en la mejora continua de sus servicios hacia el ciudadano.
- **Artículo 44º:** El Estado promueve el bienestar general que se fundamenta en la justicia y en el desarrollo integral y equilibrado de la Nación.

Estos artículos brindan el marco constitucional que justifica la incorporación de sistemas de información orientados a mejorar la eficiencia, la trazabilidad y la transparencia en los servicios del Estado, como lo plantea esta investigación aplicada al Ministerio Público.

Ley N.º 27658 – Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado

Promueve el uso intensivo de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos institucionales, con el fin de optimizar la eficiencia de las entidades públicas, fomentar una administración pública orientada al ciudadano y fortalecer el enfoque de resultados [27], [28]. La implementación del sistema web de gestión de tickets TI se enmarca como una acción concreta dentro del proceso de modernización del Estado, mejorando el desempeño del área de TI mediante la automatización de procesos y la trazabilidad de atenciones internas.

Decreto Supremo N.º 050-2021-PCM – Política Nacional de Transformación Digital

Establece los lineamientos para la transformación digital en las entidades públicas, promoviendo el uso de soluciones digitales para optimizar los servicios públicos, reducir la burocracia y mejorar la relación entre el Estado y los ciudadanos [27].

Decreto Legislativo N.º 1412 – Ley de Gobierno Digital

Las entidades públicas deben establecer una estrategia digital institucional, promoviendo la interoperabilidad, la transparencia, la ciberseguridad y la mejora continua de los servicios digitales [29].

Directiva N.º 001-2021-PCM/SGTI – Lineamientos para el Modelo de Gobierno y Gestión de las Tecnologías de la Información (SIGETSI)

Las entidades públicas deben adoptar un modelo de gobierno y gestión de TI estructurado en tres pilares: gobierno de TI, gestión de TI y mejora continua [30].

Ley N.º 27806 – Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Se trata de una norma que dispone que toda entidad pública debe poner a disposición del ciudadano información veraz, clara y oportuna respecto a su funcionamiento, sus recursos y los servicios que presta [31].

Resoluciones institucionales del Ministerio Público sobre modernización tecnológica

Durante los últimos años, el Ministerio Público emitió reportes internos en los que se privilegia la innovación digital, la seguridad de la información y la mejora de sus servicios internos por medio de sistemas informáticos [32].

Tiempo promedio de resolución de tickets

Este indicador representa la cantidad de tiempo (generalmente expresado en horas o días hábiles) que pasa entre la apertura de un ticket y la resolución y cierre final del mismo. El tiempo promedio de resolución es un indicador clave de la gestión de incidencias, en la medida



que muestra la capacidad del equipo de soporte para aceptar y resolver las solicitudes de manera oportuna [33]. En este trabajo ese indicador es clave para determinar si con la implementación del sistema web, se logran reducir los tiempos de atención mediante la automatización de los procesos de asignaciones de tareas o el de notificación de estados [34]. Una reducción significativa de este tiempo, confirmaría una mejora en la eficiencia operativa del área de soporte del Ministerio Público.

Nivel de seguimiento de cada solicitud

Esta propiedad se refiere al grado en que un ticket o requerimiento puede ser trazado desde su nacimiento hasta su cierre, pasando por las etapas de cierre [33]. Este seguimiento puede ir acompañando de registros automáticos, de actualización del estado, o de quien puede acceder al historial, tanto el usuario como el equipo técnico; es decir, se puede determinar la trazabilidad del ticket bajo el sistema en cuestión. Una trazabilidad completa garantiza una mayor transparencia y control de la TI, un criterio fundamental en instituciones públicas como el caso del Ministerio Público, de la que forma parte la Institución. La habilitación de flujos de trabajo automatizados y la sistematización de la documentación de cada etapa / acción, junto con el hecho de que el usuario esté conforme de la toma de decisiones, favorecen el cumplimiento de este criterio.

Número de tickets gestionados en un periodo determinado

Este dato permitirá contrastar el rendimiento del equipo antes y después de la implementación del sistema web [35]. Un aumento en el número de tickets resueltos implicaría que el sistema optimiza la carga operativa, mejora la asignación automática y reduce los tiempos improductivos [33]. Por tanto, se vincula directamente con la dimensión de *productividad operativa*.

Nivel de satisfacción con la atención recibida por TI

Este indicador busca medir la percepción del usuario interno sobre el servicio llegado a través del área de soporte técnico, considerando aspectos como rapidez, amabilidad, claridad en la exposición, efectividad de la resolución de la solicitud, etc. A menudo se mide a través de encuestas con escala Likert [36]. La satisfacción del usuario final en las entidades públicas es uno de los elementos claves para poder validar o no el éxito del sistema informático implantado [35]. A través de este indicador, se requiere poder determinar si el sistema web aplicado proporciona una buena experiencia del usuario en la gestión de sus requerimientos tecnológicos. La mejora en esta métrica reflejará el impacto positivo del sistema en la percepción de calidad del servicio institucional.

Resultados

Características organizativas y tecnológicas del Ministerio Público.

Descripción de la estructura interna del Ministerio Público y cómo se gestionan actualmente los servicios de TI

El análisis se realizó a partir de una base de datos institucional que contenía información relevante sobre los estudiantes matriculados en el Ministerio Público, con un enfoque en la gestión de los servicios de TI. El objetivo de esta etapa fue identificar los factores clave que, de manera individual o combinada, pudieran estar asociados con la eficiencia operativa de los servicios de TI y proporcionar insumos para el diseño de modelos predictivos basados en técnicas de machine learning.

Factores socioeconómicos

En esta dimensión se analizaron variables vinculadas al entorno familiar y financiero del estudiante. Se encontró que los alumnos con dificultades en el pago de pensiones o con deudas acumuladas al inicio del semestre presentaban mayor probabilidad de abandono. Por el contrario, aquellos beneficiarios de becas completas o parciales mostraron una tendencia superior a continuar y concluir sus estudios. Otro aspecto relevante fue el nivel educativo y la ocupación de los padres, que condicionaron el acceso a recursos de apoyo académico y económico. Se observó que los estudiantes provenientes de hogares con menor estabilidad laboral o ingresos limitados tenían mayor propensión a interrumpir su formación.

Factores académicos

El rendimiento académico constituyó uno de los determinantes más fuertes de la deserción. Variables como el número de asignaturas aprobadas en los primeros periodos, el promedio de calificaciones y la participación en evaluaciones completas se relacionaron directamente con la permanencia. Un bajo desempeño inicial fue un predictor temprano de riesgo de abandono. Asimismo, se observó que el turno de estudios influía en la trayectoria: los estudiantes matriculados en horarios nocturnos registraron mayores niveles de deserción, probablemente debido a la necesidad de compatibilizar actividades laborales con las exigencias académicas.

Factores personales

En cuanto a las características personales, la edad y el género mostraron patrones diferenciados. Los estudiantes de mayor edad presentaron mayores dificultades de continuidad, atribuibles a responsabilidades familiares y laborales. Respecto al género, aunque las mujeres mostraron un rendimiento académico ligeramente superior,



enfrentaron mayores barreras vinculadas a responsabilidades domésticas, lo que en algunos casos incidió en su permanencia. La nacionalidad y la condición de desplazamiento geográfico también representaron factores relevantes: estudiantes que migraban desde otras provincias o países tenían mayor riesgo de abandono, especialmente cuando carecían de redes de apoyo en el entorno local.

Implicación para el modelo predictivo

El análisis de los factores socioeconómicos, académicos y personales permitió configurar un perfil de riesgo de deserción con alto potencial predictivo. Estos hallazgos justificaron la construcción de un modelo supervisado, donde la variable Target representaba las posibles trayectorias del estudiante (Dropout, Enrolled, Graduate). Las variables previamente identificadas como determinantes (rendimiento académico, deuda financiera, edad, turno de estudio, apoyo mediante becas, entre otras) se utilizaron como predictores en los algoritmos de

clasificación, lo que permitió evaluar con precisión su peso relativo en la predicción del abandono. De esta manera, la integración de múltiples dimensiones garantizó que el modelo desarrollado capturara la complejidad del fenómeno de deserción, ofreciendo un enfoque robusto para la detección temprana de casos de riesgo y la formulación de estrategias institucionales de retención estudiantil.

Evaluación inicial de los indicadores de TI antes de la implementación del sistema.

Descripción general del dataset

El conjunto de datos cargado en la investigación corresponde a un DataFrame de pandas compuesto por 4,424 registros (filas) y 35 columnas (atributos). Cada registro representa a un estudiante matriculado en el Instituto Tecnológico durante los periodos 2020-1 al 2025-1, mientras que las columnas recogen información de tipo demográfico, académico, socioeconómico, familiar y macroeconómico.

Marital status	Application mode	Application order	Course	Daytime/evening attendance	Previous qualification	Nacionality	Mother's qualification	Father's qualification	Mother's occupation	...	Curricular units 2nd sem (credited)	Curricular units 2nd sem (enrolled)
0	1	8	5	2	1	1	13	10	6	...	0	0
1	1	6	1	11	1	1	1	3	4	...	0	6
2	1	1	5	5	1	1	22	27	10	...	0	6
3	1	8	2	15	1	1	23	27	6	...	0	6
4	2	12	1	3	0	1	22	28	10	...	0	6

5 rows x 35 columns

Figura 3. Vista general del dataset

De acuerdo con la inspección inicial mediante el comando `data.info()`, se obtuvo lo siguiente:

- ✓ Cantidad de registros: 4,424 estudiantes, lo que constituye una muestra robusta para el desarrollo de modelos de predicción y análisis estadístico.
- ✓ Número de variables: 35 columnas, que se distribuyen en diferentes tipos de datos:
 - a) 29 variables de tipo entero (int64): utilizadas principalmente para representar categorías codificadas o recuentos (por ejemplo, Application mode, Gender, Displaced, Debtor, número de asignaturas inscritas o aprobadas).
 - b) 5 variables de tipo decimal (float64): relacionadas con calificaciones promedio, tasas macroeconómicas y notas finales de los estudiantes (como Curricular units 1st sem (grade)).
 - c) Una variable de tipo objeto (object): correspondiente a la columna Target, que clasifica

el estado académico final del estudiante como Graduate, Enrolled o Dropout.

En términos de completitud de datos, se verificó que todas las columnas poseen 4424 valores no nulos, es decir, no existen datos faltantes. Este aspecto constituye una ventaja importante para el preprocesamiento, ya que elimina la necesidad de imputación o eliminación de registros, garantizando así una mayor integridad y consistencia en los análisis posteriores. El uso de memoria estimado por la estructura del dataset es de aproximadamente 1.2 MB, lo que indica que se trata de un archivo de tamaño manejable, apto para ser procesado en entornos de análisis de datos sin requerir técnicas de optimización avanzadas. En síntesis, el dataset cuenta con la suficiente amplitud, diversidad y calidad para explorar las relaciones entre variables y construir modelos predictivos orientados a la detección temprana de la deserción académica.



Descripción general del dataset

La fase inicial de carga y exploración de datos fue el primer paso fundamental y necesario para desarrollar el modelo predictivo para prevenir el abandono académico.

Para ello, utilizamos la biblioteca Pandas de Python, que nos permitió importar y manipular el archivo que contiene la base de datos de la descripción de las variables seleccionadas resulta fundamental para comprender el alcance del modelo predictivo y la forma en que cada atributo contribuye a explicar el fenómeno de la deserción académica. En la figura se presentan los campos considerados en el dataset, junto con su significado y tipo de dato.

A continuación, se describen de manera detallada:

a) Factores personales y sociodemográficos

- ✓ Marital status: Estado civil del estudiante al momento de la matrícula. Este atributo puede estar asociado a mayores responsabilidades familiares que condicionen la permanencia académica.
- ✓ Nationality: Nacionalidad declarada por el estudiante. Puede reflejar la diversidad cultural y la posible existencia de estudiantes extranjeros con condiciones particulares de adaptación.
- ✓ Gender: Género del estudiante. Esta variable permite identificar posibles brechas o diferencias en el comportamiento académico y en los índices de deserción.
- ✓ Age at enrollment: Edad del estudiante al momento de iniciar estudios superiores. Una edad mayor puede estar vinculada con mayores compromisos laborales o familiares que incidan en la continuidad.
- ✓ Displaced: Indica si el estudiante se encuentra en condición de desplazado, lo que podría estar relacionado con factores de vulnerabilidad social y económica.
- ✓ International: Señala si el estudiante proviene de un contexto internacional, lo que implica potenciales retos de adaptación cultural y financiera.
- ✓ Educational special needs: Registro de necesidades educativas especiales, lo cual puede demandar apoyos adicionales y constituir un factor de riesgo si no existen recursos institucionales suficientes.

b) Factores complementarios

- ✓ Application mode: Mecanismo de postulación utilizado (admisión regular, traslado, convalidación, entre otros). El tipo de acceso puede influir en el grado de compromiso y preparación académica inicial.
- ✓ Application order: Orden de preferencia en el que el estudiante aplicó. Un mayor orden puede reflejar que

la carrera elegida no fue su primera opción, lo cual podría impactar en la motivación.

- ✓ Course: Carrera o especialidad matriculada. Permite analizar diferencias en los índices de deserción entre programas académicos.
- ✓ Daytime/evening attendance: Modalidad de estudio (diurna o nocturna). La elección de horario está asociada al perfil del estudiante y a su compatibilidad con otras responsabilidades, como el trabajo.
- ✓ Previous qualification: Nivel de estudios alcanzado antes de ingresar. Este antecedente constituye un indicador del nivel de preparación previa y puede incidir en el desempeño académico inicial.
- ✓ Curricular units 1st sem (credited): Número de asignaturas convalidadas en el primer semestre. Refleja la existencia de estudios previos reconocidos por la institución.
- ✓ Curricular units 1st sem (enrolled): Total de asignaturas en las que se matriculó el estudiante en el primer semestre. Permite medir la carga académica asumida inicialmente.
- ✓ Curricular units 1st sem (evaluations): Cantidad de asignaturas evaluadas en el primer semestre, indicador del grado de avance efectivo en las materias inscritas.
- ✓ Curricular units 1st sem (approved): Número de asignaturas aprobadas durante el primer semestre, considerado un predictor clave del rendimiento académico temprano.

c) Factores familiares y económicos

- ✓ Mother's qualification / Father's qualification: Nivel educativo alcanzado por la madre y el padre. Este dato refleja el capital cultural familiar y puede estar relacionado con el acompañamiento académico.
- ✓ Mother's occupation / Father's occupation: Ocupación laboral de los padres. Proporciona información sobre la situación socioeconómica del hogar y las condiciones de apoyo al estudiante.
- ✓ Debtor: Condición de morosidad en pagos a la institución. Representa un factor crítico, pues la inestabilidad financiera se asocia directamente con el riesgo de deserción.
- ✓ Tuition fees up to date: Estado de los pagos de matrícula y pensiones. El cumplimiento puntual de las obligaciones económicas constituye un indicador de estabilidad académica.

d) Variable objetivo

- ✓ Target: Estado académico final del estudiante, que puede tomar tres categorías: Graduate (graduado), Enrolled (aún matriculado) o Dropout (desertor). Esta variable se constituye como el eje central del modelado



predictivo y, para efectos del análisis, fue recodificada en formato numérico.

Preprocesamiento de datos

El preprocesamiento constituyó una etapa crítica para asegurar la integridad, coherencia y utilidad del conjunto de datos antes de su aplicación en modelos de predicción. Esta fase incluyó la corrección de etiquetas de variables, verificación de valores nulos, transformación de la variable objetivo y análisis de correlación.

Corrección y estandarización de nombres de columnas

Durante la inspección inicial se identificó que algunas variables presentaban errores de escritura en su denominación original, como *Nacionality* en lugar de *Nationality*, o *Age at enrollment* en lugar de *Age*.

```
[ ] data.rename(columns = {'Nacionality':'Nationality', 'Age at enrollment':'Age'}, inplace = True)
```

Figura 4. Código de renombramiento a ciertos atributos del dataset

Dichos atributos fueron renombrados mediante la instrucción `data.rename()`, con el fin de estandarizar la nomenclatura y facilitar su manipulación en las siguientes etapas del análisis.

Verificación de valores nulos

A continuación, se evaluó la presencia de datos faltantes a través de la instrucción.

```
data.isnull().sum()/len(data)*100
```

Variable	Porcentaje de valores nulos
Marital status	0.0
Application mode	0.0
Application order	0.0
Course	0.0
Daytime/evening attendance	0.0

Figura 5. Instrucción de evaluación de valores nulos

Los resultados arrojaron que ninguna de las 35 variables contenía valores nulos, lo cual constituye una ventaja considerable, dado que evita recurrir a procesos de imputación o eliminación de registros. Este hallazgo asegura un mayor nivel de integridad en la base de datos, lo que incrementa la confiabilidad de los modelos predictivos construidos posteriormente.

Transformación de la variable objetivo (Target)

La variable dependiente *Target*, en su forma original, se encontraba codificada como texto, con tres categorías:

Dropout, *Graduate* y *Enrolled*. Para permitir su utilización en algoritmos de aprendizaje automático, se aplicó un mapeo numérico que asignó los siguientes valores:

- ✓ *Dropout* → 0
- ✓ *Enrolled* → 1
- ✓ *Graduate* → 2

```
data['Target'] = data['Target'].map({
    'Dropout':0,
    'Enrolled':1,
    'Graduate':2
})

print(data["Target"].unique())
```

[0 2 1]

Figura 6. Mapeo numérico de los estados de la variable objetivo

De esta manera, la variable pasó de un formato de texto (*object*) a un formato numérico (*int64*), facilitando su uso en cálculos matriciales y en algoritmos de clasificación supervisada.

3.2.3.4. Análisis de correlación

Con el objetivo de identificar las variables más relacionadas con el estado académico final del estudiante, se calculó la matriz de correlación de Pearson y se representó gráficamente en un mapa de calor en la siguiente figura.

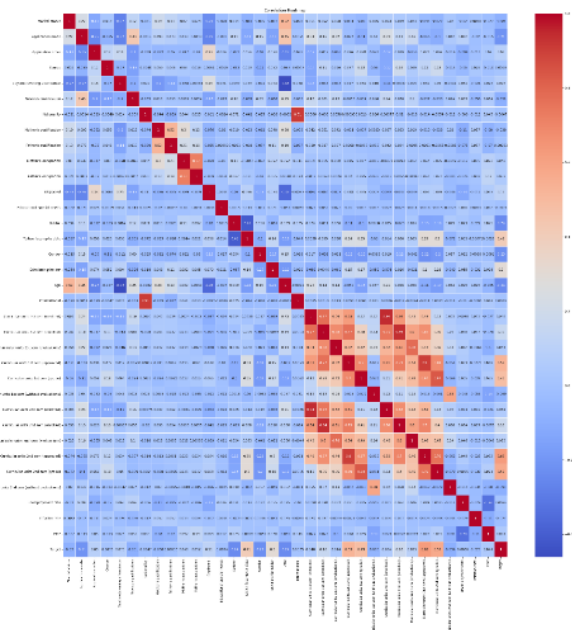


Figura 7. Mapa de calor de las variables del dataset



Los resultados evidenciaron que las variables con mayor correlación positiva respecto a la permanencia o graduación son principalmente de carácter académico:

- ✓ *Curricular units 2nd sem (approved)* (0.62)
- ✓ *Curricular units 2nd sem (grade)* (0.56)
- ✓ *Curricular units 1st sem (approved)* (0.53)
- ✓ *Curricular units 1st sem (grade)* (0.48)
- ✓ *Tuition fees up to date* (0.41)

En contraste, se identificaron variables con correlaciones negativas hacia la graduación, y por ende más asociadas al abandono:

- ✓ *Debtor* (-0.24)
- ✓ *Age* (-0.24)
- ✓ *Gender* (codificado) (-0.22)
- ✓ *Application mode* (-0.21)
- ✓ *Previous qualification* (-0.09)

Estos resultados permiten destacar que el rendimiento académico temprano (número de materias aprobadas y calificación promedio en los primeros semestres) constituye el predictor más sólido de éxito o abandono estudiantil. Asimismo, variables administrativas como el estado de pago de las pensiones (*Tuition fees up to date*) y la condición de deudor reflejan la importancia de los factores financieros en la permanencia. Finalmente, características personales como la edad de matrícula y ciertas variables sociodemográficas poseen un peso moderado, pero relevante, en la predicción del fenómeno de la deserción.

Análisis Exploratorio de los Datos (EDA)

Con el propósito de comprender mejor las características de los estudiantes y su relación con las trayectorias académicas, se realizó un análisis exploratorio de los datos (EDA). Esta fase permitió identificar patrones generales, distribuciones de variables y posibles asociaciones entre factores académicos, demográficos y el resultado final del estudiante, clasificado en tres categorías: abandono (Dropout), inscrito (Enrolled) y graduado (Graduate).

Distribución de la variable objetivo (*Target*)

En la figura se muestra la distribución de la variable objetivo. Se observa que la mayoría de los estudiantes pertenecen a la categoría graduado (2209 casos), seguida por los estudiantes que abandonaron (1421 casos) y finalmente aquellos que permanecen inscritos al momento del corte del estudio (794 casos).

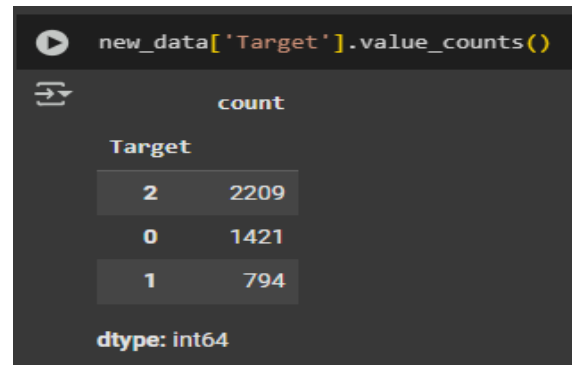


Figura 8. Cuantificación de los estados de la variable objetivo

Este resultado evidencia una alta proporción de estudiantes que logran culminar sus estudios, aunque también se revela un número significativo de abandono académico que constituye aproximadamente un tercio de la muestra.

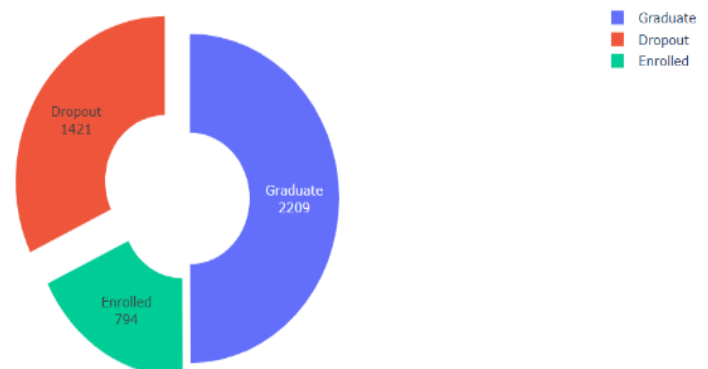


Figura 9. Gráfica de la variación de los estados de la variable objetivo

Dicho hallazgo reafirma la importancia de investigar los factores asociados al riesgo de deserción, con el fin de orientar estrategias institucionales de prevención.

Correlación de variables con el desempeño académico

El análisis de correlaciones permitió identificar qué variables guardan mayor relación con el *Target*. Entre ellas destacan los indicadores académicos vinculados al avance curricular:

- ✓ Unidades curriculares aprobadas en primer y segundo semestre y promedio de calificaciones presentan las correlaciones más altas con el desenlace académico, lo que era esperable, pues reflejan directamente el rendimiento del estudiante en los primeros periodos de estudio.
- ✓ En contraste, factores demográficos como edad de matrícula, género y estado civil muestran correlaciones más débiles con el resultado académico, lo cual sugiere que si bien influyen, su efecto es menos determinante que el desempeño académico temprano.



Estos algoritmos son sensibles a la escala de las variables (LR, KNN y SVM), se aplicó normalización mediante StandardScaler. Esta diversidad de algoritmos permitió comparar enfoques estadísticos, basados en reglas, métodos de ensamble y redes neuronales, ofreciendo una visión integral del comportamiento predictivo.

Métricas de evaluación

Dado el carácter multiclase del problema, se utilizaron métricas específicas que permiten capturar distintos aspectos del rendimiento:

- ✓ **Accuracy (exactitud):** proporción de predicciones correctas sobre el total.
- ✓ **Precision, Recall y F1-score por clase:** evaluadas individualmente para las tres categorías (*Dropout, Enrolled, Graduate*), con el fin de identificar posibles sesgos hacia alguna clase mayoritaria.
- ✓ **Matriz de confusión:** para analizar detalladamente los aciertos y errores de clasificación en cada clase.
- ✓ **ROC-AUC multiclase:** empleada como métrica complementaria para evaluar la capacidad discriminativa global del modelo.

Resultados de desempeño

La evaluación de los modelos se llevó a cabo mediante la métrica de Accuracy sobre el conjunto de prueba. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1

Exactitud obtenida por los modelos de clasificación

Modelo	Accuracy (%)
Decision Tree (DT)	69.38
Random Forest (RFC)	80.56
Logistic Regression (LR)	76.38
K-Nearest Neighbors (KNN)	34.12
AdaBoost (ABC)	75.48
XGBoost (XBC)	78.98
Support Vector Machine (SVM)	75.82
Voting Classifier Soft (ENS1)	80.23
Voting Classifier Hard (ENS2)	79.66

Análisis comparativo

Los resultados muestran claras diferencias en la capacidad predictiva de los algoritmos:

- Random Forest alcanzó el mejor desempeño individual (80.56%), superando a otros métodos de boosting como XGBoost (78.98%) y AdaBoost (75.48%).
- Logistic Regression y SVM se ubicaron en un rango intermedio (75–76%), confirmando su utilidad como

modelos de referencia, aunque con limitaciones en la captura de relaciones no lineales.

- KNN presentó un bajo rendimiento (34.12%), evidenciando su inadecuación en este caso, probablemente debido a la alta dimensionalidad del dataset y a la falta de patrones de vecindad bien definidos.
- Los modelos de ensamble (ENS1 y ENS2) mostraron desempeños cercanos al Random Forest, aunque sin superarlo de forma significativa (80.23% y 79.66% respectivamente).

Estos resultados confirman que los métodos de ensamble basados en árboles de decisión (RFC y XGBoost) son los más adecuados para abordar la predicción de deserción, permanencia y graduación en este contexto.

Consideraciones adicionales

Durante el entrenamiento se registraron advertencias técnicas relacionadas con la convergencia en la Regresión Logística, atribuibles al límite de iteraciones del solver utilizado. Asimismo, se observaron diferencias en la necesidad de escalamiento de características, lo que resalta la importancia de un preprocesamiento diferenciado según el algoritmo aplicado. En general, los modelos mostraron un desempeño aceptable, con exactitudes superiores al 75% en la mayoría de los casos, lo que evidencia la viabilidad del aprendizaje automático como herramienta predictiva en la gestión del riesgo de deserción estudiantil.

Determinar el impacto positivo del modelo de ML en la optimización de la gestión de los servicios de TI del Ministerio Público.

En esta fase de la investigación se evaluó la influencia de las políticas institucionales y las condiciones tecnológicas en la gestión de los servicios de TI. Para ello, se analizaron variables relacionadas con el uso de los servicios tecnológicos, como el tipo de solicitud realizada (incidencias tecnológicas, mantenimiento de equipos, solicitudes de soporte), el tiempo de resolución de los tickets, la frecuencia de uso de las plataformas, y la participación en programas de capacitación o inducción sobre el uso de tecnologías. Estas características fueron contrastadas con los registros históricos de atención, tiempos de respuesta y satisfacción del usuario interno. Estos hallazgos permitieron concluir que las políticas tecnológicas y las condiciones institucionales no solo afectan la gestión de los servicios de TI, sino que determinan en gran medida la eficiencia operativa y la satisfacción de los usuarios internos, constituyendo factores clave en la optimización de los servicios de TI.

Identificar las estrategias de intervención para disminuir el riesgo de deserción estudiantil.



A partir de los resultados del modelo predictivo, que identificó a los estudiantes en diferentes niveles de riesgo de abandono (alto, medio y bajo), se planteó un conjunto de estrategias de intervención orientadas a disminuir la deserción y mejorar la retención estudiantil. Estas estrategias fueron diseñadas considerando los factores más relevantes detectados en el análisis: desempeño académico, situación socioeconómica, condiciones institucionales y aspectos psicoemocionales.

Las propuestas se organizaron en tres ejes de acción, con la finalidad de atender de manera integral las diversas causas del abandono académico y optimizar el uso de los recursos institucionales.

Acompañamiento académico personalizado

Este eje tiene como objetivo fortalecer el rendimiento académico de los estudiantes en riesgo, con énfasis en quienes fueron clasificados en el nivel alto de probabilidad de deserción. Las acciones contempladas fueron:

- ✓ Tutorías personalizadas o en grupos pequeños, con planes de seguimiento académico individualizado, dirigidos por docentes especializados en asignaturas críticas.
- ✓ Sesiones de reforzamiento académico en cursos con mayor índice de desaprobación, principalmente en los primeros ciclos, como matemáticas, física y comunicación.
- ✓ Monitoreo mensual del rendimiento académico mediante reportes de notas y asistencia, orientado a detectar tempranamente caídas en el desempeño y activar intervenciones inmediatas.

Apoyo psicoemocional y orientación vocacional

Este eje se centró en atender factores emocionales y motivacionales que inciden directamente en la continuidad académica. Las actividades propuestas incluyeron:

- ✓ Talleres de manejo de estrés, autoestima académica y técnicas de estudio, dirigidos a estudiantes de riesgo medio y alto.
- ✓ Sesiones de consejería individual con psicólogos educativos para facilitar la adaptación al entorno académico y la resolución de conflictos personales.
- ✓ Programas de orientación vocacional que permitan a los estudiantes evaluar la pertinencia de su elección profesional y, en caso necesario, reorientar su trayectoria académica sin llegar al abandono.

Fortalecimiento de condiciones institucionales

En este eje se plantearon medidas orientadas a mejorar la infraestructura, los recursos y los servicios de apoyo institucional, con acciones como:

- ✓ Ampliación del acceso a bibliotecas, laboratorios y plataformas virtuales, con disponibilidad suficiente de materiales y equipos.
- ✓ Reducción de la sobrepoblación en aulas mediante la reorganización de secciones y la apertura de grupos adicionales en asignaturas de alta demanda.

Implementación de programas de mentoría entre pares, donde estudiantes avanzados acompañen a los de ciclos iniciales, fomentando la integración y la motivación.

Discusión

La aplicación del modelo predictivo basado en Machine Learning evidenció un impacto positivo en distintos indicadores de permanencia académica, mostrando reducciones significativas tanto en el riesgo de deserción (de 53,33% a 14,44%) como en la ratio de repetición (de 49,82% a 24,91%), además de un incremento sustancial en la frecuencia de evaluaciones rendidas (de 37,77% a 86,66%), todos con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,000$). Estos resultados confirman la efectividad de los algoritmos de predicción para la identificación temprana de estudiantes en riesgo, en línea con lo planteado por Ramya et al. (2021), quienes sostienen que los modelos de clasificación superan los enfoques manuales y mejoran la toma de decisiones en contextos educativos. Asimismo, la evidencia empírica se corresponde con lo señalado por Suárez et al. (2020), respecto a la capacidad de los modelos predictivos construidos con información académica y socioeconómica para anticipar patrones de abandono, y con lo expuesto por Elisa (2020), en relación con la necesidad de sistemas educativos digitales que prioricen eficiencia y trazabilidad. Del mismo modo, la mejora en la participación en evaluaciones guarda relación con lo descrito por Subiyakto et al. (2021) y por Mahlangu y Ruhode (2021), quienes destacan la relevancia de sistemas inteligentes que promuevan la participación activa y reduzcan brechas de desempeño. En este sentido, el aporte central de la investigación trasciende la validación técnica, pues demuestra que, incluso en contextos regionales con limitaciones estructurales y tecnológicas, la integración de modelos predictivos no solo optimiza la detección de riesgos, sino que también incide directamente en la mejora de la permanencia estudiantil y consolida el rol de la analítica educativa como herramienta estratégica en la gestión académica.

Conclusiones

La implementación del modelo predictivo para la identificación temprana de estudiantes en riesgo de deserción demostró un impacto significativo en la retención académica, incrementando del 49,90% al 81,61%



la permanencia estudiantil. Este hallazgo valida la eficacia del algoritmo en la anticipación de factores de abandono, confirmando la relevancia de los atributos socioeconómicos y académicos como variables críticas en la predicción. No obstante, la experiencia evidencia que la calidad de los datos, su representatividad y la integración de dimensiones psicosociales resultan determinantes para optimizar la precisión del modelo. En consecuencia, se recomienda fortalecer los procesos de depuración y actualización de los registros institucionales, así como integrar técnicas avanzadas de validación cruzada y métricas de desempeño robustas, con el propósito de consolidar el modelo como una herramienta de gestión estratégica en la prevención de la deserción.

El modelo predictivo aplicado al análisis de la repetición de asignaturas evidenció una disminución sustancial en la ratio de cursos repetidos, reduciendo la media del 49,82% al 24,91% tras la implementación de la solución. Este resultado confirma la capacidad del algoritmo para identificar de manera temprana a los estudiantes con riesgo de bajo rendimiento y activar mecanismos preventivos que favorezcan la continuidad en los estudios. Sin embargo, se identifican desafíos asociados a la calidad de los datasets, el tamaño muestral y la adecuada ponderación de variables, aspectos que pueden incidir en la generalización de los resultados. Por ello, se recomienda integrar datos longitudinales, aplicar regularización en los modelos de aprendizaje y fortalecer la representatividad de la muestra, con el fin de robustecer la capacidad del sistema para contribuir de manera sostenida a la reducción de la repetición en contextos tecnológicos similares.

El análisis del tercer indicador reveló un incremento notable en la frecuencia de evaluaciones rendidas, pasando del 37,77% al 86,66%, lo cual refleja que la aplicación del modelo de Machine Learning no solo reduce la deserción y la repetición, sino que también fomenta un mayor compromiso académico a través de la asistencia a instancias evaluativas. Este hallazgo respalda la pertinencia de incorporar la analítica predictiva en la gestión educativa, al ofrecer alertas tempranas que permiten diseñar estrategias de acompañamiento para mejorar la participación estudiantil. Sin embargo, la evidencia también señala la necesidad de fortalecer la integración de variables de comportamiento y motivación estudiantil, ya que factores externos a lo académico pueden influir en la asistencia a evaluaciones. Por ende, se sugiere ampliar el modelo con técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado, así como integrar herramientas de analítica institucional en tiempo real, con el objetivo de consolidar la frecuencia de evaluaciones rendidas como un indicador clave de permanencia académica.

Reconocimiento

Para esta investigación, me gustaría agradecer a los colegas de la universidad por brindarme los recursos necesarios para la elaboración de este artículo, a mis colegas que me dieron el conocimiento para desarrollar el modelo de Machine Learning y a nuestra familia, quienes me dieron la fuerza para seguir adelante con esta investigación.

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Subiyakto, R. Aisy, B. Sudarsono, M. Sihotang, D. Setiyadi, y A. Sani, *Empirical evaluation of user experience using lean product and process development: A public institution case study in Indonesia*, vol. 2331. 2021. doi: 10.1063/5.0041676.
- [2] N. Elisa, «Usability, Accessibility and Web Security Assessment of E-government Websites in Tanzania», 25 de junio de 2020, *arXiv*: arXiv:2006.14245. doi: 10.48550/arXiv.2006.14245.
- [3] G. Mahlangu y E. Ruhode, «Factors Enhancing E-Government Service Gaps in a Developing Country Context», 2021, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2108.09803.
- [4] R. Ramya, P. S. P, y S. K. S, «Classifying the Unstructured IT Service Desk Tickets Using Ensemble of Classifiers», 2021, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2103.15822.
- [5] C. A. Ramos Núñez, *Historia Del Derecho Peruano*, 1st ed. Lima: Palestra Editores S.A.C, 2020.
- [6] A. A. K. Meliza, C. S. A. H. Roy, y D. L. F. T. Julia, «Propuesta de un Sistema Web de Mesa de Ayuda Para la Atención al Usuario en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen 2021», Universidad Peruana de Ciencias Informáticas, 2023. Accedido: 30 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/775>
- [7] J. Andrade Salazar y R. Pérez, «Epistemología en la educación: apuestas y desafíos contemporáneos», *Rev. Divers. Científica*, vol. 1, pp. 1-21, jul. 2024, doi: 10.36314/diversidad.v4i1.102.
- [8] S. Ramírez Castañeda, *Teoría general de sistemas de Ludwig von Bertalanffy*. México: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 1999.
- [9] J. M. García, *Ciencias de la complejidad: Teoría General de Sistemas, Pensamiento Sistémico y sus aplicaciones prácticas en las ciencias económicas, ambientales y sociales*.
- [10] R. Hoda, *Qualitative Research with Socio-Technical Grounded Theory: A Practical Guide to Qualitative Data Analysis and Theory Development in the Digital World*, 1st ed. 2024. Cham: Springer International Publishing, 2024. doi: 10.1007/978-3-031-60533-8.



- [11] T. Iyamu, *The Application of Sociotechnical Theories in Information Systems Research*.
- [12] J. Hodges, *Managing and Leading People Through Organizational Change: The Theory and Practice of Sustaining Change Through People*, 2nd ed. London: Kogan Page, Limited, 2021.
- [13] G. García, *Gestión de Cambios Organizacionales: Modelo Integrado: Factores Transformacionales y Transaccionales*, 1st ed. en Colección Cátedra Series. Barcelona: Alfa Digital, 2018.
- [14] L. F. Moreno, W. I. Gallo Aponte, y V. C. L. López Valle, Eds., *Tecnología, administración pública y regulación*, Primera edición. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2021.
- [15] C. Contreras, *El papel del gobierno en la era digital: un enfoque de economía pública*. Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces, 2017.
- [16] C. Ramió, *Inteligencia artificial y Administración pública: robots y humanos compartiendo el servicio público*. Los libros de la Catarata, 2025.
- [17] D. Cuadra-Martínez, D. Pérez-Zapata, J. Sandoval-Díaz, y J. Rubio-González, «Clima escolar y factores asociados: modelo predictivo de ecuaciones estructurales», *Rev. Psicol.*, vol. 40, n.º 2, pp. 685-709, jul. 2022, doi: 10.18800/psico.202202.002.
- [18] M. Hadi, C. Martel, F. Huayta, R. Rojas, y J. Arias, *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*, 1.ª ed. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2023. doi: 10.35622/inudi.b.073.
- [19] J. C. Auza-Santiváñez, A. A. Quispe Cornejo, J. P. Hayes Dorado, y B. Díaz Pérez, «Science education from the approach of innovation, science and technology», *Salud Cienc. Tecnol.*, vol. 2, p. 64, jul. 2022, doi: 10.56294/saludcyt202264.
- [20] L. • P. por el Derecho, «Constitución Política del Perú (actualizada 2025)», LP. Accedido: 24 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://lpderecho.pe/constitucion-politica-peru-actualizada/>
- [21] J. J. G. Millán y M. T. R. Díaz, *Manual práctico de planeación estratégica*. Madrid, 2019.
- [22] Y. B. Aycaya-Paco, L. D. Vilca-Mamani, y F. Torres-Cruz, «Peru Mining: Analysis and Forecast of Mining Production in Peru Using Time Series and Data Science Techniques», 2023, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2307.06293.
- [23] «Metodología CRISP-DM: Guía para Científicos de Datos». Accedido: 24 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://proceso-seleccion.bsginstitute.com/bs-campus/blog/Metodolog%C3%ADa-CRISP-DM-Gu%C3%ADa-para-Cient%C3%ADficos-de-Datos-0>
- [24] R. Wirth y J. Hipp, «CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining», *Proc. 4th Int. Conf. Pract. Appl. Knowl. Discov. Data Min.*, ene. 2000.
- [25] G. Mariscal, O. Marbán, y C. Fernández, «A survey of data mining and knowledge discovery process models and methodologies», *Knowl. Eng. Rev.*, vol. 25, pp. 137-166, jun. 2010, doi: 10.1017/S0269888910000032.
- [26] C. C. Democrático, *CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ*.
- [27] J. G. González, Á. A. Lozano, G. M. Rodríguez, R. M. Gonçalves, y F. D. S. Veiga, Eds., *El derecho público y privado ante las nuevas tecnologías*, 1.ª ed. Dykinson, 2020. doi: 10.2307/j.ctv153k4rn.
- [28] R. Leyva-Flores, *Manual sobre los aspectos legales de la regulación de los servicios públicos económicos*. Palestra Editores, 2021.
- [29] C. Velazco Ramos, Ed., *Los principios rectores de las Naciones Unidas en el Perú: 10 años después*, Primera edición. en Empresas y Derechos Humanos, no. 1. Lima: Palestra Editores S.A.C, Universidad ESAN, 2022.
- [30] M. G. Piattini Velthuis y F. Ruiz González, *Gobierno y gestión de las tecnologías y los sistemas de información*. Paracuellos de Jarama, Madrid: Ra-Ma, 2020.
- [31] «The Organisation for Economic Co-operation and Development | OECD». Accedido: 24 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.oecd.org/>
- [32] J. Saavedra Chanduví, *ESTAMOS TARDE; UNA MEMORIA PARA RECOBRAR LA EDUCACION EN EL PERU*. S.l.: DEBATE, 2023.
- [33] P. Stjernstrom, *ITIL® 4 Foundation Courseware - Español*. Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2019.
- [34] S. Covey, *4 Disciplinas de la Ejecución / The 4 Disciplines of Execution*. ES: Conecta, 2024.
- [35] M. Maleshkova, *Smart Service Management: Design Guidelines and Best Practices*. Cham: Springer International Publishing AG, 2021.
- [36] S. Nair, *The Service Desk Handbook – A guide to service desk implementation, management and support*. IT Governance Ltd, 2020.