UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DE LAS TRANSACCIONES OPERATIVAS A LA ESTRATEGIA GERENCIAL: ANÁLISIS DE DATOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN SICOLEGIO 360

Curso: Sistemas de Información

Autores: Evaristo Jara, Jose Junior

Tapullima Serna, Meselemias

Docente: Docente del Curso

Ciclo: Séptimo

Tingo María – Perú

2026

Resumen

El presente trabajo académico propone el diseño de **SICOLEGIO 360**, una plataforma multiinstitucional de sistema de información con enfoque socio-tecnológico, orientada a mejorar la gestión académica, administrativa, financiera y comunicacional de instituciones educativas privadas de nivel básico regular en el Perú y América Latina.

La problemática identificada parte del diagnóstico de que gran parte de los colegios privados pequeños y medianos continúan gestionando sus procesos mediante registros manuales, hojas de cálculo desconectadas, archivos físicos y canales informales de comunicación como WhatsApp. Esto genera pérdida de información, duplicidad de registros, demoras en los reportes, errores en el cálculo de notas y promedios, descontrol en los pagos de pensiones y una comunicación deficiente con los padres de familia.

Frente a esta realidad, SICOLEGIO 360 se propone como una solución integral que integra tecnología, organización, personas y procesos bajo el marco del enfoque socio-tecnológico. El sistema trabaja en cuatro niveles organizacionales: operativo, de conocimiento, administrativo y estratégico, aplicando los conceptos de TPS, KWS, MIS, DSS y ESS según las necesidades de cada tipo de usuario, configurando de esta manera las bases de datos transaccionales para garantizar las propiedades ACID en su operatividad diaria.

El documento se estructura en cuatro capítulos principales: el Capítulo I introduce el contexto escolar, el enfoque socio-tecnológico y el diagnóstico detallado de las transacciones manuales; el Capítulo II desarrolla el marco teórico de los sistemas de información, la aplicación de los tipos de sistemas (KWS, MIS, DSS, ESS) y las funciones del TPS dentro de la pirámide organizacional; el Capítulo III detalla el diseño lógico del TPS con sus 21 transacciones operativas, los requerimientos, casos de uso y el diseño de la base de datos relacional de 26 tablas con su diccionario de datos; y el Capítulo IV aborda la ingeniería del software, flujo automatizado, seguridad transaccional, plan de pruebas y los estudios de viabilidad y beneficios.

Palabras clave: sistema de información, plataforma multiinstitucional, gestión académica, enfoque socio-tecnológico, TPS, MIS, DSS, ESS, base de datos relacional, propiedades

ACID.

Abstract

This academic paper proposes the design of **SICOLEGIO 360**, a multi-institutional information system platform with a socio-technological approach, aimed at improving the academic, administrative, financial, and communication management of private educational institutions at the basic regular level in Peru and Latin America.

The identified problem stems from the diagnosis that most small and medium private schools continue to manage their processes through manual records, disconnected spreadsheets, physical files, and informal communication channels such as WhatsApp. This generates information loss, duplicate records, delays in reporting, errors in grade and average calculation, poor control over tuition payments, and deficient communication with parents.

In response to this reality, SICOLEGIO 360 is proposed as a comprehensive solution that integrates technology, organization, people, and processes under the socio-technological approach framework. The system operates at four organizational levels: operational, knowledge, administrative, and strategic, applying the concepts of TPS, KWS, MIS, DSS, and ESS according to each type of user's needs, establishing a transactional database backend to ensure ACID properties in daily operations.

The document is organized into four core chapters: Chapter I introduces the school context, socio-technological approach, and the detailed diagnosis of manual processes; Chapter II details the theoretical framework of information systems, the application of various system types (KWS, MIS, DSS, ESS), and TPS functions within the organizational pyramid; Chapter III presents the logical design of the TPS, including its 21 transactions, requirements, use cases, and the 26-table relational database structure with data dictionaries; and Chapter IV discusses software engineering, automated workflows, transactional security, test plans, and overall feasibility and benefits.

Keywords: information system, multi-institutional platform, academic management, socio-technological approach, TPS, MIS, DSS, ESS, relational database, ACID properties.

Índice General

Resumen **1**

Abstract **3**

Introducción **8**

1 La Organización y el Diagnóstico de Procesos Manuales **10**

1.1 Contexto de la organización escolar 10

1.2 El enfoque socio-tecnológico en SICOLEGIO 360 14

1.3 Diagnóstico de los procesos manuales actuales 14

1.4 Análisis de deficiencias y limitaciones de la gestión manual 22

1.5 Formulación del problema y objetivos del proyecto 22

2 Marco Teórico y Enfoque de Sistemas Transaccionales (TPS) **24**

2.1 Teoría general de los sistemas de información 24

2.2 Aplicación de los tipos de sistemas en SICOLEGIO 360 24

2.3 Funciones del sistema en la pirámide organizacional 26

2.4 El TPS como base organizacional y garantías ACID 28

2.5 Análisis de datos e indicadores organizacionales 29

3 Propuesta y Diseño Lógico del TPS SICOLEGIO 360 . . . . . **32**

3.1 Arquitectura del TPS propuesto 32

3.2 Módulos y submódulos del sistema 32

3.3 Matriz y procesamiento de las 21 transacciones del TPS 37

3.4 Especificación de requerimientos transaccionales 43

3.5 Casos de uso y modelado del TPS 45

3.6 Subsistema de Análisis Estratégico y Decisiones Organizacionales (DSS / EIS) 46

3.7 Diseño de la base de datos relacional y diccionario de datos 49

4 Ingeniería, Implementación, Beneficios y Viabilidad **53**

4.1 Configuración del entorno de desarrollo transaccional 53
4.2 Estructura del software y flujo transaccional automatizado 53
4.3 Consistencia, seguridad y control de transacciones 54
4.4 Plan de pruebas y aseguramiento de calidad del TPS 56
4.5 Beneficios del sistema de información 57
4.6 Retos de implementación del TPS 59
4.7 Estudios de viabilidad del sistema 60

5 Conclusiones y Recomendaciones 62
5.1 Conclusiones 62
5.2 Recomendaciones 63

Anexos 64

Anexo 1: Enfoque Socio-Tecnológico 65

Anexo 2: Pirámide de Niveles Organizacionales 66

Anexo 3: Tipos de Sistemas de Información 67

Índice de Tablas

1.1 Matriz comparativa de procesos: Flujo Manual vs. SICOLEGIO 360 19

1.2 Principales problemas detectados en los procesos manuales 22

2.1 Usuarios por nivel de sistema en SICOLEGIO 360 28

2.2 Indicadores principales de SICOLEGIO 360 31

3.1 Matriz del Módulo de Gestión de Institución Educativa 33

3.2 Matriz de TPS de SICOLEGIO 360 38

3.3 Requerimientos funcionales de SICOLEGIO 360 44

3.4 Requerimientos no funcionales de SICOLEGIO 360 45

3.5 Escenarios multianuales de simulación y diferenciación transaccional 48

3.6 Tablas principales de la base de datos de SICOLEGIO 360 50

3.7 Diccionario de datos: tabla InstitucionEducativa 51

3.8 Diccionario de datos: tabla Estudiante 51

Índice de Figuras

1 Dimensiones del enfoque socio-tecnológico de SICOLEGIO 360 65

2 Pirámide de niveles Organizacionales 66

3 Relación entre tipos de sistemas en SICOLEGIO 360 67

Introducción

La educación es uno de los servicios más importantes que una sociedad puede ofrecer a sus ciudadanos. Sin embargo, en un contexto donde la tecnología ha transformado casi todas las industrias, muchas instituciones educativas privadas pequeñas y medianas aún operan con métodos administrativos y académicos tradicionales: cuadernos de asistencia, libretas físicas, recibos de pago manuales y comunicaciones dispersas a través de mensajes de WhatsApp.

Esta brecha tecnológica no es un problema menor. Cuando la información de un colegio está fragmentada en distintos archivos, cuadernos y personas, el riesgo de error es alto, la toma de decisiones se vuelve lenta e imprecisa, y la experiencia de padres, estudiantes y docentes se deteriora progresivamente. El núcleo de este problema radica en la ineficiencia con la que se procesan las transacciones cotidianas de la organización.

El presente trabajo académico propone el diseño de **SICOLEGIO 360**, una plataforma multiinstitucional concebida como un **Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS)** con enfoque socio-tecnológico. El sistema permite a varios colegios gestionar de manera integrada y consistente sus transacciones académicas, administrativas, financieras y comunicacionales desde una única base de datos, garantizando que cada registro se almacene de forma aislada, consistente y segura.

El informe está organizado en cuatro capítulos principales:

- **Capítulo I: La Organización y el Diagnóstico de Procesos Manuales**, donde se describe a las instituciones escolares, se plantea el enfoque socio-tecnológico y se detalla el flujo operativo y problemático antes de la automatización.
- **Capítulo II: Marco Teórico y Enfoque de Sistemas Transaccionales (TPS)**, que recopila los fundamentos de los sistemas de información, la aplicación profunda de los tipos de sistemas (KWS, MIS, DSS, ESS), el mapeo en la pirámide organizacional, los indicadores del sistema y la teoría de consistencia transaccional ACID.
- **Capítulo III: Propuesta y Diseño Lógico del TPS SICOLEGIO 360**, que detalla el diseño de tres capas, el catálogo de macro-módulos y el módulo jerárquico de IE, la matriz

de las 21 transacciones operativas del sistema, requerimientos de software y el modelo de datos relacional de 26 tablas con sus diccionarios de datos.

- **Capítulo IV: Ingeniería, Implementación, Beneficios y Viabilidad del TPS**, donde se expone la configuración práctica del entorno de desarrollo, la estructura de archivos, el control de seguridad y código transaccional SQL, el plan de pruebas, la matriz de beneficios por actor, y el análisis de viabilidades.

Este documento busca aplicar de manera práctica los conceptos del curso de Sistemas de Información, proyectando una solución real, útil y altamente transaccional para el sector educativo escolar.

1 La Organización y el Diagnóstico de Procesos Manuales

1.1 Contexto de la organización escolar

1.1.1 Las instituciones educativas privadas como organizaciones de servicios

Las instituciones educativas privadas son organizaciones dedicadas a la prestación de un servicio social y formativo de nivel básico regular. A diferencia de las industrias que producen bienes tangibles, los colegios generan valor a través de la formación académica, el desarrollo de competencias y el acompañamiento familiar. Desde la perspectiva de los sistemas de información, un colegio representa una organización de servicios compleja que maneja una densa red de datos operativos interrelacionados.

La gestión de la información en estas organizaciones no es un aspecto complementario, sino la base que sustenta la sostenibilidad operativa y la calidad del servicio. Un colegio requiere registrar y procesar diariamente un alto volumen de eventos transaccionales relacionados con sus estudiantes, docentes, notas, asistencias, justificaciones, pagos y comunicaciones.

1.1.2 Tipos de organizaciones y roles del sistema

SICOLEGIO 360 se dirige a instituciones educativas privadas pequeñas y medianas del nivel básico regular (inicial, primaria y secundaria), caracterizadas por:

- **Colegios privados pequeños:** Con una población menor a 200 estudiantes y una estructura administrativa mínima, donde el personal suele cumplir múltiples roles (secretaría y tesorería simultáneamente).
- **Colegios privados medianos:** Con una población de 200 a 800 estudiantes, áreas funcionales diferenciadas y un volumen considerable de transacciones operativas diarias.

Los actores involucrados en la ejecución de transacciones dentro de esta organización incluyen al *Superadministrador de la plataforma* (gestor del negocio SaaS), el *Administrador del colegio* (configurador de la base académica), el *Director* (usuario estratégico), el *Docente* (registrador de transacciones académicas), la *Secretaría/Tesorería* (procesadores administrativos

y financieros), los *Padres de Familia* y los *Estudiantes* (receptores y consultores autorizados).

1.1.3 Estructura Organizacional y Organigrama de la IE

La estructura organizativa de las instituciones educativas privadas de nivel básico regular en el Perú sigue un modelo jerárquico y funcional normado por el Ministerio de Educación (MINEDU), diseñado para coordinar de forma equilibrada la gestión administrativa y la pedagógica. Con el propósito de soportar la implantación de la plataforma transaccional e informativa SICOLEGIO 360, se propone una reestructuración funcional que incorpora un área estratégica especializada.

En la Figura **??** (cuyo código de modelado se encuentra disponible en el presente apartado), se detalla la jerarquía organizacional del colegio que incluye los siguientes niveles y áreas:

1. **Órgano Promotor (Promotora / Directorio):** Máxima entidad del colegio privado, responsable de la inversión, sostenibilidad económica, planeamiento estratégico a largo plazo y contratación de directivos.

2. **Dirección General:** Representante legal y líder educativo del centro. Es la autoridad directa responsable de ejecutar las directrices de la promotora y velar por el cumplimiento del Proyecto Educativo Institucional (PEI).

3. **Administración y Tesorería:** Área encargada del flujo financiero transaccional, facturación mensual, control de egresos, contratación de proveedores y el cobro de pensiones escolares.

4. **Subdirección Académica y Coordinación Pedagógica:** Núcleo técnico que planifica, supervisa y evalúa el desempeño metodológico de los docentes en los niveles de Inicial, Primaria y Secundaria.

5. **Secretaría General:** Responsable del archivo documentario, el control oficial del registro de matrículas e historial de calificaciones, y de la sincronización manual o digital con los sistemas gubernamentales como el SIAGIE.

6. **Departamento Psicopedagógico:** Encargado de la tutoría estudiantil, psicología educativa

y el control de la bitácora conductual y de convivencia.

7. **El nuevo "Área de Sistemas, Datos y Análisis Estratégico (SICOLEGIO 360)":** Es el área de TI/Soporte que reporta directamente a la Dirección General. Actúa como el nexo socio-tecnológico de la organización, responsable de:
   - Administrar el tenant institucional en la plataforma SaaS.
   - Garantizar la seguridad, confidencialidad e integridad física y lógica de los datos de la comunidad escolar.
   - Consolidar los datos transaccionales del TPS para alimentar el DSS y proveer reportes predictivos a la Dirección General (ausentismo crónico, cursos críticos y radar de calidad YoY).
   - Brindar soporte técnico y capacitación continua a docentes, secretarios y apoderados.

Para facilitar la recreación y el mantenimiento de esta estructura organizativa en cualquier software de diagramación moderno (como Mermaid Live Editor, Lucidchart, Draw.io o Bizagi Modeler), se detalla a continuación el código fuente de modelado estructurado en el estándar `Mermaid.js`:

```
graph TD
    %% Estructura Organizacional de SICOLEGIO 360
    Promotora[Órgano Promotor / Directorio]
    Direccion[Dirección General]

    %% Relación Directa de TI
    Sistemas[Área de Sistemas, Datos y Análisis - SICOLEGIO 360]

    %% Áreas Staff e Intermedias
    Admin[Administración y Tesorería]
    Academico[Subdirección Académica y Pedagogía]
    Secretaria[Secretaría General]
    Psico[Departamento Psicopedagógico]
```

```
%% Niveles Académicos y Docencia
Docentes[Cuerpo Docente y Tutores]
NivelInicial[Coordinación Inicial]
NivelPrimaria[Coordinación Primaria]
NivelSecundaria[Coordinación Secundaria]

%% Jerarquía de Conexiones
Promotora --> Direccion
Direccion --> Sistemas
Direccion --> Admin
Direccion --> Academico
Direccion --> Secretaria
Direccion --> Psico

Academico --> NivelInicial
Academico --> NivelPrimaria
Academico --> NivelSecundaria

NivelInicial --> Docentes
NivelPrimaria --> Docentes
NivelSecundaria --> Docentes

%% Estilos Visuales
style Promotora fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:2px;
style Direccion fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:2px;
style Sistemas fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:3px,stroke-da
style Academico fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:2px;
style Admin fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:1px;
```

```
style Secretaria fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:1px;
style Psico fill:#FFFFFF,stroke:#000000,stroke-width:1px;
```

1.2 El enfoque socio-tecnológico en SICOLEGIO 360

El diseño de SICOLEGIO 360 adopta un enfoque socio-tecnológico, reconociendo que el éxito del sistema de información depende del ajuste óptimo entre dos dimensiones críticas: la dimensión técnica (el software transaccional, la base de datos relacional) y la dimensión social (el personal de secretaría, los docentes, los padres y los directivos) (Laudon y Laudon, 2016).

En este contexto, la introducción de un TPS automatizado ayuda a aplanar la estructura jerárquica del colegio. Al descentralizar el ingreso de datos en la fuente (el docente registra la nota directamente desde su dispositivo y el padre paga mediante la pasarela), se eliminan los intermediarios (coordinadores y secretarias transcribiendo información), lo que agiliza el flujo transaccional y reduce significativamente los costos administrativos.

Como se detalla en el anexo correspondiente, las dimensiones del enfoque socio-tecnológico de SICOLEGIO 360 se estructuran para armonizar el factor social con el técnico, permitiendo que la capacitación y la cultura organizacional jueguen un rol fundamental.

1.3 Diagnóstico de los procesos manuales actuales

En los colegios que no disponen de una plataforma integrada, los flujos administrativos y académicos se caracterizan por una alta dependencia del papel y herramientas de escritorio locales aisladas, lo que da lugar a una gestión fragmentada y vulnerable.

1.3.1 Gestión y Registro Administrativo Manual

Proceso manual de matrícula. El proceso de matrícula en un colegio sin sistema de información integrado implica la atención presencial del padre de familia en secretaría, el llenado manual de una ficha de matrícula en papel o en un archivo de Excel no compartido, la verificación manual de los datos del estudiante, la asignación manual del grado y la sección, la firma del compromiso de pago en un documento físico y el archivado del expediente en una

carpeta física. Este proceso es lento, propenso a errores de transcripción y difícil de consultar posteriormente.

Proceso manual de registro de estudiantes. El registro de estudiantes se realiza en una hoja de cálculo o en un cuaderno. Cada secretaria tiene su propio formato, lo que genera inconsistencias. Cuando se necesita actualizar un dato del estudiante, debe buscarse el registro en el archivo correspondiente y modificarlo manualmente, con el riesgo de que existan versiones distintas del mismo registro en distintos archivos.

Proceso manual de registro de docentes. El registro de docentes se realiza de manera similar al de estudiantes: en archivos de Excel o en documentos físicos. La información sobre los cursos asignados a cada docente se maneja por separado, generalmente en un cuadro elaborado manualmente al inicio de cada año escolar.

Proceso manual de asignación de cursos y secciones. La asignación de cursos y secciones se realiza manualmente, generalmente en una hoja de cálculo o en un cuadro impreso. Este proceso es laborioso y propenso a errores, especialmente cuando hay cambios en la planta docente o en la organización de las secciones.

1.3.2 Gestión Académica y Evaluación Manual

Proceso manual de asistencia. El control de asistencia se realiza mediante listas impresas que el docente llena a mano al inicio de cada clase. Al final del día, la secretaría debe consolidar las listas de todos los docentes para tener un registro de la asistencia diaria de la institución. Este proceso es lento, propenso a errores y difícil de consultar para períodos anteriores.

Proceso manual de registro de notas. Las notas son registradas por los docentes en sus cuadernos personales o en archivos de Excel individuales. Al final del período académico, cada docente entrega sus notas a la secretaría, que las transcribe en un registro centralizado. Este proceso de transcripción es una fuente frecuente de errores.

Proceso manual de cálculo de promedios. El cálculo de promedios se realiza manualmente por cada docente o por la secretaría académica, aplicando las fórmulas establecidas por la institución. Cuando hay errores en los datos de entrada, los promedios calculados también son incorrectos. Además, la revisión de los cálculos es tediosa y requiere tiempo adicional.

Proceso manual de emisión de libretas. La elaboración de las libretas de notas es uno de los procesos más laboriosos. La secretaría debe recopilar las notas de todos los cursos de cada estudiante, calcular los promedios, verificar las asistencias y elaborar el documento final. Este proceso puede tomar varios días y es común que se detecten errores después de entregar las libretas a los padres.

1.3.3 Gestión Disciplinaria y de Bienestar Manual

Proceso manual de conducta e incidencias. Los registros de conducta e incidencias se anotan en cuadernos de incidencias o en informes físicos. Cada docente o tutor maneja su propio registro, lo que hace difícil tener una visión integral del comportamiento de un estudiante a lo largo del tiempo o identificar patrones conductuales en una sección.

Proceso manual de citaciones a padres. Las citaciones a los padres de familia se realizan por escrito (comunicados físicos enviados con el estudiante), por llamadas telefónicas o por mensajes de WhatsApp. No existe un registro formal de las citaciones realizadas, las respuestas de los padres ni los acuerdos alcanzados en las reuniones.

1.3.4 Gestión Financiera, de Comunicados y Alertas Manual

Proceso manual de pagos de pensiones. Los pagos de pensiones se registran en recibos físicos numerados y en un cuaderno de control de tesorería. La verificación del estado de pago de un estudiante requiere revisar físicamente los recibos o el cuaderno, lo que es lento e impreciso cuando hay un gran número de estudiantes.

Proceso manual de comunicados escolares. Los comunicados escolares se envían principalmente de dos maneras: mediante documentos físicos entregados a los estudiantes (que no

siempre llegan a los padres) o a través de grupos de WhatsApp (que no garantizan que todos los padres reciban y lean el comunicado). No hay un registro formal de los comunicados enviados ni confirmación de recepción.

1.3.5 Modelado de Procesos: Flujos Manuales vs. Automatizados (Enfoque BPMN)

Para comprender de manera rigurosa la transformación operativa y de control de datos que introduce SICOLEGIO 360, se ha realizado un modelado comparativo bajo el estándar BPMN (Business Process Model and Notation). Este análisis contrasta el flujo de procesos tradicional o manual (As-Is) frente al flujo optimizado y automatizado por la plataforma (To-Be).

El Proceso de Matrícula y Recaudación de Pensiones

El ciclo de vida de la matrícula y la recaudación es uno de los flujos de información más críticos en el colegio, ya que cruza el área académica con la financiera:

- **Flujo Manual Tradicional (As-Is):** El apoderado asiste físicamente al colegio. La secretaria recopila los datos en una ficha de papel, transcribiendo los datos a una hoja de cálculo local (Excel). Luego, el apoderado se dirige a tesorería para pagar la matrícula en efectivo. La tesorera anota la cobranza en un cuaderno físico de caja, emite un recibo autocopiativo a mano, y archiva una copia física. Posteriormente, el apoderado retorna con la secretaria para ratificar la sección, la cual se asigna revisando un papel de aforo. Finalmente, el director debe consolidar los cuadernos y archivos a fin de mes para conocer el balance de vacantes y recaudación. Este proceso toma un promedio de 3 a 5 días hábiles y presenta alta redundancia e inconsistencia de datos.
- **Flujo Automatizado Digital (To-Be):** El apoderado accede al portal de SICOLEGIO 360 y registra la ficha digital. El sistema genera de forma automática la orden de cobro en la base de datos centralizada. Una vez procesado el pago (sea en ventanilla o en caja digital), el backend ejecuta de forma atómica (ACID) la actualización del estado de matrícula del estudiante y la reducción de la vacante disponible de la sección asignada en tiempo real. La secretaría y la tesorería reciben notificaciones instantáneas, y el dashboard EIS del Director

general se actualiza de manera inmediata.

La Tabla 1.1 detalla la comparativa formal de ambos enfoques, evidenciando las ganancias en eficiencia administrativa.

Tabla 1.1
Matriz comparativa de procesos: Flujo Manual vs. SICOLEGIO 360

Dimensión de Proceso	**Flujo Manual (As-Is)**	**Flujo SICOLEGIO 360 (To-Be)**	**Eficiencia**
Registro de Matrícula	Fichas de papel, digitación redundante en Excel.	Única entrada digital por el apoderado en la plataforma.	Reducción de 90% del tiempo.
Control de Aforo y Vacantes	Verificación visual y manual en listas impresas.	Validación automatizada a nivel de base de datos relacional.	Inmediato, prevención de sobreaforo.
Recaudación y Pensiones	Cuaderno de caja, recibos impresos, arqueo manual.	Registro de transacciones atómicas, arqueo inmediato.	Consistencia financiera automática.
Cálculo de Promedios	Transcripción manual de notas y promedios en Excel.	Ejecución instantánea en backend mediante triggers y ORM.	Nula posibilidad de error de fórmula.
Emisión de Libretas	Recopilación manual, impresión individualizada.	Generación masiva en lote a PDF descargable en segundos.	De 3 días a 5 segundos por aula.
Análisis de Decisiones	Consolidación manual de reportes al fin	Cuadros de control (DSS/EIS)	Acceso inmediato a la información.

Código de Modelado BPMN de Flujos para Software de Diagramación

Con el fin de permitir al usuario recrear visualmente ambos flujos de procesos en herramientas de modelado de procesos como draw.io, Mermaid Live Editor, Lucidchart o Bizagi Modeler, se proveen a continuación los códigos fuente de modelado secuencial en el estándar universal `Mermaid.js`:

1. Código de Proceso Manual (As-Is) - Flujo de Información Tradicional:

```
graph TD
    %% Pool y Lanes del Flujo Manual
    subgraph Apoderado [Cliente: Apoderado]
        A1[Asistir Físicamente] --> A2[Llenar Ficha Papel]
        A2 --> A3[Pagar Matrícula en Tesorería]
        A3 --> A4[Entregar Recibo a Secretaría]
    end

    subgraph Secretaria [LANE: Secretaría General]
        S1[Entregar Ficha Física] --> A2
        A4 --> S2[Buscar Lista en Excel]
        S2 --> S3[Asignar Grado/Sección a Mano]
        S3 --> S4[Archivar Ficha en Carpeta]
    end

    subgraph Tesoreria [LANE: Tesorería]
        A3 --> T1[Recibir Dinero Físico]
        T1 --> T2[Anotar en Cuaderno de Caja]
        T2 --> T3[Escribir Recibo Manual]
        T3 --> A4
    end
```

```
    subgraph Direccion [LANE: Dirección General]
        S4 --> D1[Consolidar Fin de Mes]
        T2 --> D1
        D1 --> D2[Analizar Rendimiento y Morosidad Lenta]
    end

    %% Estilos de Estado As-Is
    style A1 fill:#FFFFFF,stroke:#FF3333,stroke-width:2px
    style D2 fill:#FFFFFF,stroke:#FF3333,stroke-width:2px
```

2. Código de Proceso Automatizado (To-Be) - Flujo Optimizado por SICOLEGIO 360:

```
graph TD
    %% Pool y Lanes del Flujo Automatizado
    subgraph Apoderado_B [Cliente: Apoderado]
        B1[Acceder al Portal Web] --> B2[Llenar Formulario Digital]
        B2 --> B3[Realizar Pago Digital / Caja]
        B3 --> B4[Descargar Ficha y Recibo PDF]
    end

    subgraph Sistema [LANE: SICOLEGIO 360 - Engine]
        B2 --> P1[Validar Campos e Integrity]
        B3 --> P2[Procesar Transacción ACID]
        P2 --> P3[Actualizar Vacantes Automatizado]
        P3 --> P4[Generar Comprobante PDF]
        P4 --> B4
        P3 --> P5[Actualizar Dashboard EIS Real-Time]
    end

    subgraph Directivo [LANE: Dirección General / DSS]
```

```
    P5 --> E1[Consultar KPI de Matrículas e Ingresos]
end

%% Estilos de Estado To-Be
style B1 fill:#FFFFFF,stroke:#33CC33,stroke-width:2px
style E1 fill:#FFFFFF,stroke:#33CC33,stroke-width:2px
```

1.4 Análisis de deficiencias y limitaciones de la gestión manual

La dependencia de soportes físicos y registros aislados para estas transacciones operativas diarias genera graves deficiencias organizacionales. La Tabla 1.2 resume de forma detallada los principales problemas detectados y su nivel de impacto en el colegio.

Tabla 1.2
Principales problemas detectados en los procesos manuales

Proceso	Problema principal	Impacto
Matrícula	Datos incompletos, archivos desactualizados	Alto
Registro de notas	Errores de transcripción	Alto
Cálculo de promedios	Errores en fórmulas manuales	Alto
Emisión de libretas	Demoras y errores	Alto
Control de pagos	Pérdida de recibos, datos inconsistentes	Alto
Asistencia	Consolidación lenta, datos incompletos	Medio
Conducta	Sin registro histórico integrado	Medio
Comunicados	Sin confirmación de recepción	Medio
Citaciones	Sin registro formal de acuerdos	Medio
Reportes	Elaboración manual lenta y laboriosa	Alto

1.5 Formulación del problema y objetivos del proyecto

1.5.1 Formulación del problema

¿De qué manera el diseño de una plataforma multiinstitucional estructurada como un **Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS)** con enfoque socio-tecnológico puede

mejorar la integridad, la velocidad y la consistencia en la gestión académica, administrativa y financiera de las instituciones educativas privadas?

1.5.2 Objetivos del proyecto

Objetivo general: Diseñar una plataforma multiinstitucional concebida como un Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS) con enfoque socio-tecnológico para asegurar la consistencia, velocidad y fiabilidad operativa en los colegios privados.

Objetivos específicos:

1. Analizar y estructurar la secuencia de transacciones operativas diarias que ejecutan los colegios en sus dimensiones académica, administrativa y de caja.
2. Desarrollar una matriz de transacciones que defina con precisión las entradas, los procesos y las salidas de cada evento operativo del sistema.
3. Diseñar una base de datos relacional robusta bajo un modelo multiinstitucional que separe físicamente las transacciones de cada colegio y garantice las propiedades ACID.
4. Estructurar requerimientos de software y casos de uso orientados a la consistencia del flujo transaccional.
5. Diseñar la arquitectura tecnológica de tres capas y las guías de implementación necesarias para la seguridad e integridad del TPS.

2 Marco Teórico y Enfoque de Sistemas Transaccionales (TPS)

2.1 Teoría general de los sistemas de información

Un sistema de información (SI) es un conjunto de componentes interrelacionados que recopilan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar los procesos de toma de decisiones, coordinación y control en una organización (Laudon y Laudon, 2016). Los componentes de entrada, procesamiento, salida y retroalimentación interactúan para transformar datos brutos en información valiosa. Como se muestra en los anexos, este flujo transforma los datos operativos en el insumo esencial para la organización.

Los SI permiten centralizar la información, reducir la redundancia y optimizar el tiempo dedicado a actividades repetitivas en las empresas modernas (O'Brien y Marakas, 2009).

2.2 Aplicación de los tipos de sistemas en SICOLEGIO 360

Dentro de SICOLEGIO 360 se configuran e implementan diferentes tipos de sistemas de información para dar soporte a cada uno de los niveles organizacionales, desde los flujos puramente operativos hasta la dirección general.

2.2.1 Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS)

Los TPS de SICOLEGIO 360 registran todas las transacciones operativas diarias de los colegios: matrículas, asistencias, notas, pagos, comunicados e incidencias. Son el cimiento del sistema y la fuente de todos los datos que alimentan los reportes y análisis de niveles superiores. Los usuarios principales de los TPS son la secretaría académica, los docentes y el personal de tesorería.

2.2.2 Aplicación de sistemas de oficina en SICOLEGIO 360

Los sistemas de oficina en SICOLEGIO 360 apoyan las tareas documentarias del personal administrativo y docente. Incluyen la generación automática de documentos como constancias de estudios, constancias de matrícula, libretas de notas, reportes de asistencia y comunicados institucionales. Estos documentos se generan en formatos estándar (PDF) y pueden personalizarse con el logo y los colores de cada institución.

2.2.3 Aplicación de KWS en SICOLEGIO 360

Los sistemas de trabajo de conocimiento en SICOLEGIO 360 apoyan a los docentes, coordinadores y tutores en su trabajo de análisis y planificación académica. Incluyen herramientas para el análisis del rendimiento por sección, la identificación de estudiantes que necesitan apoyo adicional, el diseño de estrategias de intervención y el seguimiento de los resultados de las acciones tomadas.

2.2.4 Aplicación de MIS en SICOLEGIO 360

El nivel MIS de SICOLEGIO 360 genera reportes periódicos para los coordinadores y directores de los colegios. Los reportes incluyen: promedio académico por grado y sección, porcentaje de asistencia por sección, tasa de morosidad por mes, número de incidencias conductuales por período, estado de matrículas y evolución del rendimiento académico. Estos reportes permiten a los gerentes educativos monitorear el desempeño institucional y tomar decisiones de control.

2.2.5 Aplicación de DSS en SICOLEGIO 360

El nivel DSS de SICOLEGIO 360 apoya la toma de decisiones semiestructuradas de los directivos. Permite analizar datos desde múltiples perspectivas: comparar el rendimiento de diferentes secciones, identificar correlaciones entre asistencia y rendimiento académico, analizar la evolución de la morosidad a lo largo del año y proyectar el comportamiento de matrícula para el siguiente período. El director puede formular preguntas interactivas al sistema y obtener respuestas basadas en los datos disponibles.

2.2.6 Aplicación de ESS/EIS en SICOLEGIO 360

El nivel ESS de SICOLEGIO 360 está orientado al superadministrador de la plataforma y a los promotores o dueños de los colegios. Proporciona una vista global del desempeño de la plataforma y de cada institución: número de colegios registrados, número de estudiantes gestionados, ingresos generados, crecimiento histórico, tendencias de uso y proyecciones de expansión. La información se presenta en tableros de control con gráficos y medidores de desempeño.

2.2.7 Relación entre los sistemas dentro de SICOLEGIO 360

Los distintos tipos de sistemas de SICOLEGIO 360 están interconectados y se alimentan mutuamente. Los datos registrados por los TPS son consolidados por el MIS para generar reportes de control. El DSS utiliza esos reportes para apoyar el análisis y la toma de decisiones. El ESS recibe información de todos los niveles para proporcionar una visión estratégica de la plataforma y de cada institución.

2.2.8 Flujo de información desde el nivel operativo hasta el nivel estratégico

La información en SICOLEGIO 360 fluye de manera ascendente: las transacciones operativas (TPS) generan datos que son procesados y consolidados en reportes gerenciales (MIS), que a su vez alimentan el análisis para la toma de decisiones (DSS) y la visión estratégica de la alta dirección (ESS). Este flujo garantiza que los tomadores de decisiones en todos los niveles tengan acceso a la información que necesitan, en el formato y la oportunidad adecuados.

2.3 Funciones del sistema en la pirámide organizacional

2.3.1 Niveles organizacionales y sistemas de información

Las organizaciones tienen cuatro niveles: operativo, de conocimiento, administrativo y estratégico. Cada nivel tiene necesidades de información diferentes, y los sistemas de información deben diseñarse para satisfacer esas necesidades específicas. SICOLEGIO 360 opera en los cuatro niveles, proporcionando a cada tipo de usuario la información que necesita para

realizar su trabajo.

2.3.2 Nivel operativo: TPS

En el nivel operativo, SICOLEGIO 360 actúa como un sistema de procesamiento de transacciones (TPS) que registra todas las operaciones diarias del colegio. Los usuarios principales de este nivel son la secretaría académica, los docentes y el personal de tesorería. Las transacciones incluyen matrícula, asistencia, notas, pagos y comunicados.

2.3.3 Nivel del conocimiento: KWS y sistemas de oficina

En el nivel de conocimiento, SICOLEGIO 360 proporciona herramientas para que los docentes, tutores y coordinadores analicen la información disponible, generen documentos y tomen decisiones informadas sobre la gestión de sus aulas. Las herramientas incluyen reportes de rendimiento por sección, generación de libretas, análisis de asistencia y comunicación con padres.

2.3.4 Nivel administrativo: MIS y DSS

En el nivel administrativo, SICOLEGIO 360 genera reportes gerenciales (MIS) y apoya el análisis para la toma de decisiones (DSS). Los usuarios de este nivel son los directores, coordinadores y administradores de los colegios. Los reportes incluyen estadísticas de rendimiento, asistencia, conducta y finanzas.

2.3.5 Nivel estratégico: ESS/EIS

En el nivel estratégico, SICOLEGIO 360 proporciona tableros de control e indicadores globales para el superadministrador de la plataforma y los promotores de los colegios. La información incluye tendencias de crecimiento, proyecciones de matrícula y desempeño global de la plataforma.

2.3.6 Usuarios atendidos por cada nivel de la pirámide

La Tabla 2.1 estructura formalmente los perfiles de usuario que interactúan con cada uno de los niveles de sistemas de información dentro del ecosistema del colegio.

Tabla 2.1
Usuarios por nivel de sistema en SICOLEGIO 360

Nivel	Sistema	Usuarios
Operativo	TPS	Secretaría, docentes, tesorería
Conocimiento	KWS, Office	Docentes, tutores, coordinadores
Administrativo	MIS, DSS	Directores, coordinadores, administradores
Estratégico	ESS/EIS	Superadmin, promotores, directivos generales

2.4 El TPS como base organizacional y garantías ACID

2.4.1 Importancia de los TPS en SICOLEGIO 360

Los TPS de SICOLEGIO 360 permiten registrar las operaciones diarias de los colegios, convirtiendo los datos operativos en información útil para reportes, análisis y toma de decisiones. Sin los TPS, los sistemas de niveles superiores (MIS, DSS, ESS) no tendrían datos con los cuales trabajar.

2.4.2 Garantías del TPS: Propiedades ACID

Para que un TPS sea considerado fiable y robusto, el motor de base de datos relacional que lo soporta debe implementar las propiedades ACID:

- **Atomicidad (Atomicity):** Asegura que la transacción se ejecute por completo o no se ejecute en absoluto. Por ejemplo, al registrar una matrícula, el sistema guarda los datos del estudiante y el primer cobro de pensión asociados; si falla el guardado de la pensión, la creación del estudiante se revierte automáticamente para evitar registros parciales o fantasmas.
- **Consistencia (Consistency):** Garantiza que una transacción lleve la base de datos de un

estado válido a otro. Las reglas de integridad del negocio (ej. no permitir registrar notas superiores a 20 o registrar una asistencia para un curso inexistente) se cumplen estrictamente.

- **Aislamiento (Isolation):** Asegura que las transacciones ejecutadas simultáneamente no interfieran entre sí. Si dos secretarias intentan matricular estudiantes asignándolos a la última vacante disponible de una sección al mismo tiempo, el sistema las procesará secuencialmente, otorgando la vacante a la primera y notificando la falta de cupo a la segunda.
- **Durabilidad (Durability):** Garantiza que una vez que la transacción ha sido completada y guardada, sus efectos persistirán en el almacenamiento físico, incluso si ocurre una falla eléctrica o caída inmediata del servidor.

2.5 Análisis de datos e indicadores organizacionales

El sistema captura y procesa múltiples tipos de datos agrupados por dimensiones operativas, calculando indicadores de valor para la gestión.

2.5.1 Dimensiones de Datos Analizados

Datos institucionales. El sistema analiza datos relacionados con la estructura y el desempeño general de cada institución educativa: número de colegios registrados en la plataforma, número de estudiantes por colegio, número de docentes por institución, niveles educativos activos, crecimiento de matrículas entre períodos y tasa de retención estudiantil.

Datos académicos. El sistema analiza el rendimiento académico desde múltiples dimensiones: notas promedio por curso, por grado y por sección; porcentaje de estudiantes aprobados y desaprobados por área; evolución del rendimiento a lo largo del período; cursos con mayor tasa de desaprobación; estudiantes con bajo rendimiento en múltiples áreas; y comparación del rendimiento entre secciones del mismo grado.

Datos de asistencia. El sistema analiza los patrones de asistencia: porcentaje de asistencia por estudiante, por sección y por institución; número de faltas, tardanzas y justificaciones por

período; estudiantes con inasistencias frecuentes; días con mayor ausentismo; y correlación entre inasistencia y rendimiento académico.

Datos de conducta. El sistema analiza los datos de comportamiento estudiantil: número de incidencias por estudiante y por sección; tipos de faltas más frecuentes; estudiantes con incidencias reiteradas; evolución de los problemas conductuales a lo largo del período; y efectividad de las intervenciones realizadas.

Datos financieros. El sistema analiza el estado financiero del colegio: pagos de matrícula y pensiones recibidos por período; deudas pendientes acumuladas; índice de morosidad; familias con más de dos meses de deuda; ingresos mensuales proyectados vs. recibidos; y comparación de la recaudación entre períodos.

Datos de comunicación con padres. El sistema analiza la participación de los padres de familia: número de comunicados enviados y leídos; porcentaje de padres que responden a las citaciones; acuerdos registrados y cumplidos; y nivel de participación de los padres en las actividades institucionales.

2.5.2 Indicadores principales del sistema

La Tabla 2.2 lista los indicadores más importantes que calcula la plataforma de manera dinámica.

Tabla 2.2
Indicadores principales de SICOLEGIO 360

Indicador	Qué mide	Nivel
Tasa de matrícula	Crecimiento de estudiantes registrados	Operativo
Promedio académico general	Rendimiento global del estudiante o colegio	Administrativo
Porcentaje de asistencia	Participación y permanencia escolar	Operativo
Tasa de tardanzas	Puntualidad estudiantil	Operativo
Tasa de desaprobación	Cursos o grados con bajo rendimiento	Administrativo
Índice de morosidad	Nivel de deuda pendiente en el colegio	Administrativo
Incidencias conductuales	Problemas de convivencia escolar	Operativo
Participación de padres	Asistencia a citaciones y reuniones	Administrativo
Estudiantes en riesgo académico	Alumnos con bajo rendimiento o alta inasistencia	Decisional
Estudiantes en riesgo administrativo	Alumnos con deuda o matrícula incompleta	Decisional
Crecimiento de la plataforma	Colegios e instituciones registradas	Estratégico
Ingresos por colegio	Recaudación mensual por institución	Estratégico

3 Propuesta y Diseño Lógico del TPS SICOLEGIO 360

3.1 Arquitectura del TPS propuesto

SICOLEGIO 360 está diseñado bajo una arquitectura transaccional de tres capas y un modelo multiinstitucional SaaS (Software as a Service) que permite que múltiples instituciones educativas compartan la misma infraestructura de software manteniendo un aislamiento lógico completo de sus transacciones.

- **Capa de Presentación:** Es la interfaz web accesible desde navegadores estándar por los usuarios (docentes, secretaría, padres) para capturar datos de entrada de las transacciones de forma intuitiva.
- **Capa de Lógica de Negocio:** Contiene las reglas operativas (cálculo de promedios, validaciones de aforo de secciones, estados de cuenta, generación de comprobantes). Coordina el envío de operaciones a la base de datos.
- **Capa de Datos:** Almacena de forma física y estructurada las tablas del sistema. El SGBD PostgreSQL o MySQL se encarga de aplicar las restricciones y ejecutar los rollbacks pertinentes ante cualquier fallo.

3.2 Módulos y submódulos del sistema

3.2.1 Módulos de Configuración Institucional y Seguridad

Módulo de administración general de la plataforma. Este módulo es accesible únicamente para el superadministrador. Permite registrar nuevas instituciones educativas, configurar los parámetros globales de la plataforma, monitorear el uso del sistema por parte de cada colegio, gestionar los planes de suscripción y generar reportes globales.

3.2.2 Módulo de Gestión Jerárquica de Instituciones Educativas

Este módulo representa el núcleo administrativo y de gobernanza multiinstitucional en la plataforma SIBES 360. A diferencia de las aproximaciones de software tradicionales que

plantean un listado plano de funcionalidades aisladas, SIBES 360 implementa un modelo jerárquico multinivel. Una vez que el Superadministrador de la plataforma o el Director de un centro específico selecciona un local educativo, la plataforma activa la vista consolidada "Gestionar Institución Educativa". Esta vista actúa como un contenedor jerárquico que encapsula de forma aislada y segura todas las operaciones esenciales del centro escolar, distribuidas en nueve submódulos clave detallados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1
Matriz del Módulo de Gestión de Institución Educativa

Submódulo	Componentes Clave de Datos	Propósito Operativo en SIBES 360
1. Información General	RUC, Nombre, Dirección, Código Modular, Estado, Niveles	Registro de la identidad legal del local y control de suspensión.
2. Director	DNI, Nombres, Apellidos, Email, Teléfono, Cargo	Asociación y administración de accesos del directivo responsable.
3. Docentes	Ficha del Docente, Título, Especialidad, Cursos asignados	Administración del personal docente y su carga de asignaturas.
4. Cursos / Áreas	Áreas Curriculares, Grado, Nivel, Ponderaciones	Configuración y estructuración del plan de estudios anual.
5. Grados y Secciones	Nivel Educativo, Grado, Aulas (1°A, 2°B), Tutor	Definición del mapa estructural y agrupamiento del alumnado.
6. Alumnos	DNI, Ficha Familiar, Historial de Notas, Asistencia	Expediente unificado del estudiante y seguimiento longitudinal.
7. Matrícula	Año Escolar, Vacantes, Requisitos, Estado del Proceso	Formalización anual del ingreso del alumnado y vacantes.
8. Horarios	Bloque de Horas, Cruce Docente-Sección-Aula	Programación semanal de clases para optimizar los recursos.
9. Aulas	Nombre de Aula, Ubicación, Aforo Máximo, Tipo	Inventario y control de aforo de la infraestructura escolar.

A continuación, se detalla la descripción estructural y el flujo operativo de cada uno de los submódulos de la jerarquía:

1. Submódulo de Información General de la IE. Administra el perfil legal e institucional del centro escolar. Almacena campos críticos como la Razón Social, RUC de 11 dígitos, Dirección Física, Teléfono, Correo Institucional, Logotipo oficial, los niveles educativos autorizados (Inicial, Primaria, Secundaria) y el Código Modular de 7 dígitos otorgado por el Ministerio de Educación. Asimismo, aloja el conmutador de estado (Activo/Inactivo) mediante el cual el Superadministrador puede suspender temporalmente el acceso total a la plataforma en caso de atraso en suscripciones.

2. Submódulo de Director. Centraliza los datos del director o director general asignado para liderar la institución educativa. Permite registrar su documento de identidad (DNI), nombres completos, apellidos, datos de contacto (teléfono, correo electrónico) y cargo oficial. Este registro está interconectado con el sistema de autenticación, asegurando la inmediata asignación de permisos administrativos del tenant.

3. Submódulo de Docentes. Permite gestionar de manera exclusiva la planta docente adscrita al local. Este submódulo abarca la creación de fichas profesionales, control de estado laboral (activo/licencia), edición de datos de contacto y la asignación interactiva a las áreas curriculares que dictará en los distintos grados y secciones.

4. Submódulo de Cursos / Áreas. Organiza el plan académico que ofrece la institución educativa. Permite el registro formal de áreas (Matemática, Comunicación, Ciencia y Tecnología, etc.) organizadas por grado y nivel, estableciendo las competencias y ponderaciones específicas de calificación que gobernarán el módulo de notas del período.

5. Submódulo de Grados y Secciones. Estructura el tejido de grupos académicos del colegio. A través de este submódulo, el administrador puede crear secciones bajo los grados definidos en los niveles autorizados (ej. Inicial 3 años A, 1° de Primaria A, 5° de Secundaria B), vinculando a cada sección un docente tutor responsable del monitoreo grupal.

6. Submódulo de Alumnos. Constituye la bitácora longitudinal del estudiante en el centro escolar. Mantiene centralizada la ficha de inscripción del estudiante, el historial de matrícula

por año, el registro histórico de notas de períodos anteriores, estadísticas de conducta y el vínculo directo con la ficha familiar de su apoderado responsable.

7. Submódulo de Matrícula. Gestiona el proceso operativo anual de incorporación y ratificación de alumnos. Permite al personal administrativo definir el número de vacantes por sección, procesar las fichas socioeconómicas, ratificar la matrícula de alumnos regulares y registrar el estado del pago correspondiente.

8. Submódulo de Horarios. Permite diseñar la cuadrícula de distribución escolar. Cruza la carga horaria de las secciones con la disponibilidad semanal de los docentes y la asignación física de las aulas, validando de forma activa que no se generen duplicidades o choques de horas.

9. Submódulo de Aulas. Administra la infraestructura física del colegio. Permite registrar las aulas disponibles (aulas tradicionales, laboratorios de computación, laboratorios de ciencias), su capacidad máxima de alumnos (aforo) y su equipamiento, proporcionando un control detallado sobre la logística del espacio de aprendizaje.

Módulo de usuarios y roles. Gestiona los usuarios del sistema y sus perfiles de acceso. El administrador del colegio puede crear usuarios para los distintos roles: director, secretaría, docentes, tutores, tesorería, padres y estudiantes. Cada rol tiene permisos específicos sobre los módulos y las acciones disponibles.

3.2.3 Módulos de Gestión Académica e Historial Escolar

Módulo de matrícula. Gestiona el proceso completo de matrícula: registro de la solicitud, verificación de datos, asignación de grado y sección, firma del compromiso de pago y generación del recibo de matrícula. El módulo mantiene el historial de matrículas de cada estudiante.

Módulo de estudiantes. Centraliza todos los datos de los estudiantes: datos personales, datos académicos, historial de matrículas, registro de apoderados, historial de notas, historial de asistencia, historial de conducta y estado de pagos.

Módulo de apoderados. Gestiona los datos de los apoderados y su relación con los estudiantes. Un apoderado puede estar vinculado a más de un estudiante. El módulo permite registrar el tipo de relación (padre, madre, apoderado legal) y los datos de contacto.

Módulo de docentes. Gestiona los datos de los docentes: información personal, formación académica, cursos asignados, horario de clases, historial de notas registradas y reportes de aula.

Módulo académico. Gestiona la estructura curricular del colegio: niveles educativos, grados, secciones, cursos y su asignación a los grados correspondientes. También gestiona los períodos académicos y las fechas de registro de notas.

Módulo de horarios. Gestiona el horario escolar: asignación de clases a bloques horarios, asignación de docentes a cada bloque, asignación de aulas y verificación de conflictos de horario. Genera vistas de horario por sección, por docente y por aula.

3.2.4 Módulos de Control de Asistencia y Evaluación

Módulo de asistencia. Permite el registro diario de asistencia de los estudiantes, la gestión de justificaciones de inasistencia, la generación de reportes de asistencia y la visualización de estadísticas de asistencia por estudiante, sección y período.

Módulo de notas y evaluaciones. Gestiona el registro de evaluaciones (tipo, fecha, ponderación), el ingreso de notas por los docentes, el cálculo automático de promedios y la generación de reportes de rendimiento académico.

Módulo de libretas. Genera automáticamente las libretas de notas de los estudiantes con todos los datos del período. Permite personalizar el formato de la libreta con el logo y los colores del colegio, y exportarla en PDF para su impresión o distribución electrónica.

Módulo de conducta. Gestiona el registro de incidencias de conducta, el seguimiento del historial conductual de cada estudiante, la generación de alertas por incidencias reiteradas y la elaboración de informes de convivencia escolar.

3.2.5 Módulos de Gestión Financiera, Comunicación y Soporte Analítico

Módulo de pagos y pensiones. Gestiona el registro de pagos de matrícula y pensiones, el control de deudas pendientes, el cálculo de moras, la generación de recibos digitales y la elaboración de reportes financieros.

Módulo de comunicación. Gestiona el envío de comunicados escolares, el registro de citaciones a padres, el seguimiento de los acuerdos alcanzados en las reuniones y la comunicación directa entre la institución y las familias.

Módulo de reportes. Genera reportes automáticos de todas las áreas del sistema: reportes académicos, reportes de asistencia, reportes de conducta, reportes financieros y reportes institucionales. Los reportes pueden exportarse en PDF o Excel.

Módulo de alertas. Genera alertas automáticas basadas en condiciones configurables: bajo rendimiento académico, inasistencias frecuentes, deudas pendientes, incidencias conductuales reiteradas. Las alertas son enviadas a los usuarios correspondientes (tutor, director, padre) según la naturaleza de la situación.

3.3 Matriz y procesamiento de las 21 transacciones del TPS

El núcleo operativo de SICOLEGIO 360 se compone de 21 transacciones estructuradas que cubren todo el flujo escolar. La Tabla 3.2 expone la matriz de transacciones del TPS de SICOLEGIO 360.

Tabla 3.2
Matriz de TPS de SICOLEGIO 360

N°	TPS	Entrada	Salida
1	Registro de institución	Datos del colegio	Ficha institucional generada
2	Configuración institucional	Niveles, grados, secciones	Estructura académica configurada
3	Matrícula de estudiantes	Datos del estudiante y grado	Matrícula registrada, recibo generado
4	Registro de estudiantes	Datos personales	Perfil del estudiante creado
5	Registro de apoderados	Datos del apoderado	Perfil del apoderado vinculado
6	Registro de docentes	Datos personales y académicos	Perfil del docente creado
7	Asignación de cursos	Docente, curso, grado	Asignación registrada
8	Asignación de secciones	Grado, sección, estudiantes	Sección configurada
9	Control de asistencia	Lista de estudiantes, estado	Registro de asistencia del día
10	Justificación de inasistencias	Estudiante, fecha, motivo	Justificación registrada

Continúa en la página siguiente...

N°	TPS	Entrada	Salida
11	Registro de evaluaciones	Tipo, fecha, ponderación	Evaluación configurada
12	Registro de notas	Estudiante, nota, evaluación	Nota registrada
13	Cálculo de promedios	Notas del período	Promedio calculado automáticamente
14	Emisión de libreta	Promedios, asistencia, conducta	Libreta generada en PDF
15	Conducta estudiantil	Estudiante, tipo, fecha	Incidencia registrada
16	Citación a padres	Estudiante, motivo, fecha	Citación enviada y registrada
17	Acuerdos con padres	Reunión, compromisos	Acuerdos registrados
18	Pagos de pensiones	Monto, fecha, concepto	Pago registrado, recibo generado
19	Deudas y moras	Pensiones vencidas	Mora calculada, alerta generada
20	Comunicados escolares	Mensaje, destinatarios	Comunicado enviado y registrado
21	Reportes institucionales	Datos del período	Reporte generado automáticamente

A continuación se detalla el procesamiento técnico para las transacciones operativas más críticas:

3.3.1 TPS de Gestión y Configuración Institucional

Los Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS) dedicados a la base estructural del sistema permiten formalizar los cimientos organizacionales de cada entorno escolar.

TPS 1: Registro de institución educativa.

- **Descripción:** Registra los datos de una nueva institución educativa en la plataforma.
- **Entradas:** Nombre del colegio, RUC, dirección, teléfono, logo, niveles educativos.
- **Procesamiento:** Validación de datos, creación del espacio de trabajo, generación de credenciales.
- **Salidas:** Ficha institucional creada, credenciales de acceso generadas.

TPS 2: Configuración institucional.

- **Descripción:** Configura la estructura académica del colegio: niveles, grados, secciones y períodos.
- **Entradas:** Niveles educativos, grados por nivel, secciones por grado, períodos académicos.
- **Procesamiento:** Creación de la estructura jerárquica de la institución.
- **Salidas:** Estructura académica configurada y disponible para todos los módulos.

3.3.2 TPS de Gestión Académica y Evaluación

Este bloque transaccional constituye el núcleo operativo diario en la interacción de secretarios, docentes y coordinadores académicos.

TPS 3: Matrícula de estudiantes.

- **Descripción:** Registra la matrícula de un estudiante en el colegio para el período académico activo.
- **Entradas:** Datos del estudiante, grado, sección, compromiso de pago.

- **Procesamiento:** Validación de datos, asignación de código de matrícula, registro en la base de datos.
- **Salidas:** Matrícula registrada, recibo de matrícula generado, estudiante asignado a sección.

TPS 4: Registro de estudiantes. Registra los datos personales, académicos y familiares del estudiante en el sistema, creando su perfil institucional que servirá como referencia para todos los demás módulos.

TPS 5: Registro de apoderados. Registra los datos del apoderado y los vincula al perfil del estudiante correspondiente. Un apoderado puede estar vinculado a más de un estudiante del mismo colegio.

TPS 6: Registro de docentes. Registra los datos personales, académicos y laborales de cada docente, creando su perfil en el sistema y habilitando su acceso a los módulos que le corresponden según su rol.

TPS 7: Asignación de cursos. Registra la asignación de cada curso a un docente específico, para un grado, sección y período académico determinados. El sistema verifica que no haya conflictos de horario.

TPS 8: Asignación de grados y secciones. Registra la distribución de los estudiantes en los grados y secciones del período académico activo. El sistema puede distribuir automáticamente los estudiantes según criterios configurables.

TPS 9: Control de asistencia. Registra el estado de asistencia de cada estudiante en cada día escolar: presente, tardanza, falta o justificación. El sistema registra automáticamente la fecha y la hora del registro.

TPS 10: Justificación de inasistencias. Registra la justificación de las faltas de un estudiante, incluyendo el motivo, el documento de sustento y el estado de aprobación de la justificación.

TPS 11: Registro de evaluaciones. Registra las evaluaciones programadas para cada curso, incluyendo el tipo (práctica, examen, trabajo, entre otros), la fecha, la ponderación y el valor máximo.

TPS 12: Registro de notas. Registra las calificaciones obtenidas por cada estudiante en cada evaluación. El sistema valida que las notas estén dentro del rango permitido y las asocia automáticamente al estudiante, el curso y el período correspondiente.

TPS 13: Cálculo de promedios. Calcula automáticamente el promedio de cada estudiante por curso y período, aplicando los criterios de ponderación configurados por el colegio. El proceso es instantáneo y no requiere intervención manual.

TPS 14: Emisión de libreta de notas. Genera automáticamente la libreta de notas de cada estudiante con todos los datos del período: notas por curso, promedios, porcentaje de asistencia y observaciones. La libreta se genera en formato PDF listo para imprimir o enviar electrónicamente.

3.3.3 TPS de Gestión Disciplinaria y de Bienestar

El seguimiento conductual y la vinculación presencial o digital con los apoderados se estructuran en este grupo transaccional.

TPS 15: Conducta estudiantil. Registra las incidencias de conducta de los estudiantes, incluyendo el tipo de incidencia, la fecha, el docente o tutor que la registra, las acciones tomadas y el estado del caso.

TPS 16: Citación a padres. Registra las citaciones formales enviadas a los padres de familia, incluyendo el motivo, la fecha propuesta, el estado de respuesta del padre y los acuerdos alcanzados en la reunión.

TPS 17: Acuerdos con padres. Registra los compromisos y acuerdos establecidos en las reuniones con los padres de familia, incluyendo las acciones comprometidas por cada parte y

las fechas de seguimiento.

3.3.4 TPS Financieros, de Comunicación y Reportes

Agrupa los flujos comerciales de cobranza y la difusión masiva y analítica de datos a nivel ejecutivo.

TPS 18: Pagos de pensiones. Registra cada pago de pensión recibido, incluyendo el monto, la fecha, el concepto (mes de pensión, matrícula, otros), el medio de pago y el código del comprobante generado.

TPS 19: Registro de deudas y moras. Registra las deudas pendientes de los estudiantes y calcula automáticamente las moras según la política del colegio. El sistema genera alertas cuando una deuda supera el umbral configurado.

TPS 20: Comunicados escolares. Registra los comunicados enviados por la institución, incluyendo el contenido, los destinatarios, la fecha de envío y el estado de lectura de cada destinatario.

TPS 21: Reportes institucionales. Genera reportes automáticos de rendimiento académico, asistencia, conducta, pagos y estadísticas institucionales, basándose en los datos registrados en todos los demás módulos del sistema.

3.4 Especificación de requerimientos transaccionales

3.4.1 Requerimientos Funcionales

La Tabla 3.3 detalla los requerimientos funcionales que gobiernan la lógica de procesamiento y validación transaccional de SICOLEGIO 360.

Tabla 3.3
Requerimientos funcionales de SICOLEGIO 360

Código	Módulo	Descripción
RF-01	Instituciones	Registrar colegios en la plataforma
RF-02	Usuarios	Gestionar usuarios y roles
RF-03	Matrícula	Registrar y gestionar matrículas
RF-04	Estudiantes	Registrar y actualizar datos de estudiantes
RF-05	Apoderados	Registrar y vincular apoderados a estudiantes
RF-06	Docentes	Registrar y asignar docentes
RF-07	Académico	Configurar niveles, grados, secciones y cursos
RF-08	Horarios	Gestionar horarios de clases
RF-09	Asistencia	Registrar asistencia diaria de estudiantes
RF-10	Notas	Registrar evaluaciones y notas
RF-11	Promedios	Calcular promedios automáticamente
RF-12	Libretas	Generar libretas de notas en PDF
RF-13	Conducta	Registrar incidencias conductuales
RF-14	Pagos	Registrar pagos de matrícula y pensiones
RF-15	Comunicados	Enviar comunicados y citaciones
RF-16	Reportes	Generar reportes automáticos
RF-17	Alertas	Generar alertas por condiciones configuradas

3.4.2 Requerimientos No Funcionales

La Tabla 3.4 define los atributos de calidad, rendimiento y robustez de la plataforma.

Tabla 3.4
Requerimientos no funcionales de SICOLEGIO 360

Código	Categoría	Descripción
RNF-01	Seguridad	Autenticación con usuario y contraseña encriptada
RNF-02	Seguridad	Separación de datos entre instituciones
RNF-03	Seguridad	Roles y permisos por módulo
RNF-04	Disponibilidad	El sistema debe estar disponible el 99.5% del tiempo
RNF-05	Rendimiento	Respuesta a consultas en menos de 3 segundos
RNF-06	Escalabilidad	Soporte para nuevas instituciones sin degradación
RNF-07	Usabilidad	Interfaz intuitiva para usuarios no técnicos
RNF-08	Compatibilidad	Accesible desde navegadores web estándar
RNF-09	Mantenibilidad	Documentación técnica actualizada
RNF-10	Respaldo	Copias de seguridad automáticas diarias

3.5 Casos de uso y modelado del TPS

Los principales casos de uso que interactúan con el sistema transaccional de SICOLEGIO 360 son:

- **CU-01:** Registrar institución educativa (actor: superadministrador).
- **CU-02:** Gestionar usuarios y roles (actor: administrador del colegio).
- **CU-03:** Registrar matrícula (actor: secretaría).
- **CU-04:** Registrar asistencia (actor: docente).
- **CU-05:** Registrar notas (actor: docente).
- **CU-06:** Generar libreta (actor: secretaría / sistema automático).
- **CU-07:** Registrar pago de pensión (actor: tesorería).
- **CU-08:** Consultar notas (actor: padre de familia / estudiante).
- **CU-09:** Generar reporte académico (actor: director / coordinador).
- **CU-10:** Gestionar alertas (actor: sistema automático / director).

3.6 Subsistema de Análisis Estratégico y Decisiones Organizacionales (DSS / EIS)

La evolución de SICOLEGIO 360 desde un sistema puramente operacional (TPS) hacia una herramienta de gobernanza institucional se consolida en el desarrollo del **Subsistema de Análisis Estratégico y Decisiones Organizacionales**. Este componente actúa como un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (DSS) para los Directores del colegio, y como un Sistema de Información Ejecutiva (EIS) para los promotores y superadministradores de la plataforma, integrando métricas críticas de las dimensiones académica, disciplinaria, de asistencia y financiera.

3.6.1 Los cuatro pilares analíticos de gobernanza escolar

El subsistema extrae, consolida y visualiza en tiempo real los datos transaccionales del colegio mediante cuatro componentes gráficos de alto impacto directivo:

1. **Distribución de Calificaciones por Rango SIAGIE (Criterio Oficial MINEDU):** Este gráfico de tipo dona clasifica dinámicamente todos los promedios acumulados en el año lectivo seleccionado de acuerdo con las cuatro escalas de competencia del Ministerio de Educación de Perú:

   - **AD (Logro Destacado [18 - 20]):** Alumnos que demuestran un aprendizaje sobresaliente.
   - **A (Logro Previsto [14 - 17]):** Alumnos que alcanzan el nivel esperado.
   - **B (En Proceso [11 - 13]):** Alumnos en camino a consolidar la competencia.
   - **C (En Inicio [0 - 10]):** Alumnos con dificultades severas (desaprobados).

   Impacto en la toma de decisiones: Al finalizar el año escolar, el Director puede identificar el volumen exacto de estudiantes en la Escala C para presupuestar y coordinar la impresión de **Carpetas de Recuperación Académica** y planificar las jornadas de nivelación vacacional.

2. **Panel de Monitoreo de Cursos Críticos (Alumnos en Escala C):** Consolida de manera descendente las asignaturas académicas que acumulan la mayor cantidad de alumnos des-

aprobados (nota promedio inferior a 11.0). Cada curso es representado con un indicador de riesgo y una barra de progreso interactiva de color carmín que denota la proporción de riesgo. *Impacto en la toma de decisiones:* Permite a la coordinación académica realizar auditorías pedagógicas y capacitaciones metodológicas dirigidas específicamente a los docentes de las materias con picos de desaprobación (por ejemplo, Matemática o Computación), antes de que el período concluya de forma definitiva.

3. **Métrica de Alerta de Deserción y Ausentismo Crónico por Grado:** Un gráfico de línea que monitorea longitudinalmente la cantidad de estudiantes que acumulan 3 o más inasistencias en el período escolar seleccionado. *Impacto en la toma de decisiones:* Sirve como un sistema de alerta temprana de abandono escolar. Facilita al equipo de psicología y asistencia social del colegio la programación de visitas domiciliarias preventivas antes de incurrir en la causal de desaprobación automática por inasistencia (que según la normativa oficial de educación peruana equivale al 30% de faltas).

4. **Radar de Calidad Escolar Multidimensional:** Consiste en un gráfico de radar concéntrico que evalúa simultáneamente la salud y el equilibrio operativo del colegio en una escala de 0 a 100% a través de cuatro ejes esenciales:

   - **Rendimiento Académico:** Porcentaje promedio general de las notas de toda la institución escolar.
   - **Puntualidad y Asistencia:** Ratio global de presencias y tardanzas justificadas.
   - **Buen Clima y Convivencia:** Ausencia o control de incidencias disciplinarias catalogadas como graves.
   - **Solvencia y Recaudación:** Ratio de pensiones cobradas en el plazo correspondiente.

   Impacto en la toma de decisiones: Muestra de forma simultánea el polígono del año actual en curso frente al polígono del año lectivo inmediato anterior (YoY Comparison). El Director y el promotor escolar pueden visualizar con un solo golpe de vista si la institución mejoró en su balance operativo integral o si, por ejemplo, un aumento en la recaudación se correlaciona negativamente con el clima escolar.

3.6.2 Modelo de simulación histórica y diferenciación multianual

Para dotar al subsistema de consistencia analítica e histórica realista de cara a la defensa del proyecto, se ha seminado la base de datos bajo tres escenarios anuales altamente diferenciados (Tabla 3.5):

Tabla 3.5
Escenarios multianuales de simulación y diferenciación transaccional

Año Lectivo	Perfil Pedagógico	Perfil Conductual	Ausentismo Crónico	Estado de Pensiones
2024	Recuperación post-pandemia. Promedios bajos (mínimo 10.79 en 2° Secundaria).	Alto índice de incidencias disciplinarias leves y graves registradas.	44 estudiantes en alerta de deserción.	Histórico cerrado. 100% de pensiones pagadas.
2025	Excelencia académica. Promedios elevados (máximo 14.88 en 3° Secundaria).	Clima escolar excelente. Picos de méritos y conductas positivas.	Reducción drástica a 29 estudiantes en alerta.	Histórico cerrado. 100% de pensiones pagadas.
2026 (Actual)	Gestión en curso. Desafíos localizados en 4° de Primaria (promedio 11.53).	Bitácora escolar moderada y de control disciplinario oportuno.	36 estudiantes con alertas acumuladas a Mayo.	Periodo activo. Marzo y Abril 100% pagado. Mayo 15% mora. Junio-Dic en "Pendiente".

3.6.3 Mecanismos de consistencia en consultas transaccionales (Django ORM)

Un reto técnico de alta ingeniería resuelto en el backend del subsistema fue la prevención de duplicación de promedios al realizar agregaciones multi-tabla (joins). Debido a que un estudiante tiene un historial de matrículas longitudinal a lo largo del tiempo, una consulta relacional simple de promedios agrupados por grado unía (join) registros de matrículas pasadas del mismo alumno, inflando los promedios e inyectando inconsistencias en las comparativas multianuales.

Para salvaguardar la exactitud del cálculo matemático, se implementó el filtrado relacional estricto del año académico a nivel de código ORM en el backend de Django, tal como

se detalla a continuación:

```
# Lógica Django ORM implementada para asegurar consistencia multianual
prom_avg = Promedio.objects.filter(
    estudiante__institucion=inst,
    estudiante__matriculas__grado=gr,
    estudiante__matriculas__periodo__anio=anio, # Filtro estricto de año
    periodo__anio=anio                          # Filtro estricto de año
).distinct().aggregate(Avg('promedio'))['promedio__avg']
```

Esta restricción garantiza que al evaluar el rendimiento académico del año 2025, el promedio de notas sea calculado únicamente para los estudiantes que estuvieron efectivamente matriculados en dicho año lectivo, asegurando la durabilidad y consistencia (ACID) del sistema analítico gerencial.

3.7 Diseño de la base de datos relacional y diccionario de datos

3.7.1 Modelo multiinstitucional de datos

La base de datos de SICOLEGIO 360 está diseñada bajo un modelo multiinstitucional, en el que la tabla `InstitucionEducativa` actúa como el nodo central de separación de datos. Todas las demás tablas tienen una clave foránea que las vincula a una institución educativa específica, garantizando que los datos de cada colegio estén completamente separados de los demás, proveyendo aislamiento en el nivel de consultas SQL.

3.7.2 Esquema de las 26 tablas relacionales

La arquitectura de la base de datos de SICOLEGIO 360 contempla las siguientes 26 tablas relacionales estructuradas detalladas en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6
Tablas principales de la base de datos de SICOLEGIO 360

N°	Tabla	Descripción
1	InstitucionEducativa	Datos de los colegios registrados en la plataforma
2	Usuario	Usuarios del sistema con sus credenciales
3	Rol	Roles definidos en el sistema
4	Estudiante	Datos personales y académicos de los estudiantes
5	Apoderado	Datos de los apoderados vinculados a estudiantes
6	Docente	Datos de los docentes registrados en el colegio
7	NivelEducativo	Niveles educativos del colegio (inicial, primaria, secundaria)
8	Grado	Grados por nivel educativo
9	Seccion	Secciones por grado
10	Curso	Cursos por grado
11	PeriodoAcademico	Períodos de evaluación (bimestres, trimestres)
12	Matricula	Registro de matrículas por estudiante y período
13	Horario	Horario de clases por sección y período
14	Asistencia	Registro diario de asistencia por estudiante
15	Justificacion	Justificaciones de inasistencias
16	Evaluacion	Evaluaciones programadas por curso y período
17	Nota	Calificaciones de los estudiantes por evaluación
18	Promedio	Promedios calculados por estudiante y curso
19	Libreta	Libretas de notas generadas por período
20	Conducta	Incidencias conductuales de los estudiantes
21	Citacion	Citaciones enviadas a los apoderados
22	Pago	Pagos de matrícula y pensiones registrados
23	Pension	Estructura de pensiones del colegio
24	Comunicado	Comunicados enviados a la comunidad escolar
25	Alerta	Alertas generadas automáticamente por el sistema
26	Reporte	Reportes generados por el sistema

3.7.3 Diccionario de datos de tablas críticas

A continuación se presenta el diccionario de datos de las dos tablas más importantes y centrales del sistema.

Tabla 3.7
Diccionario de datos: tabla InstitucionEducativa

Campo	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
id_institucion	INT	11	No	Identificador único (PK, Autoincrementable)
nombre	VARCHAR	200	No	Nombre del colegio
ruc	VARCHAR	11	Sí	RUC de la institución (Unique)
direccion	VARCHAR	300	Sí	Dirección física del local
telefono	VARCHAR	20	Sí	Teléfono de contacto
email	VARCHAR	100	Sí	Correo electrónico oficial
logo	VARCHAR	500	Sí	Ruta del archivo del logo
estado	TINYINT	1	No	1=Activo, 0=Inactivo (SaaS)
fecha_registro	DATETIME	—	No	Fecha y hora automática de registro

Tabla 3.8
Diccionario de datos: tabla Estudiante

Campo	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
id_estudiante	INT	11	No	Identificador único (PK, Autoincrementable)
id_institucion	INT	11	No	Clave foránea a InstitucionEducativa (FK)
nombres	VARCHAR	100	No	Nombres del estudiante
apellidos	VARCHAR	100	No	Apellidos del estudiante
dni	VARCHAR	15	Sí	Documento de identidad (DNI)
fecha_nacimiento	DATE	—	Sí	Fecha de nacimiento del alumno
sexo	CHAR	1	Sí	M=Masculino, F=Femenino
estado	TINYINT	1	No	1=Activo, 0=Inactivo
fecha_registro	DATETIME	—	No	Fecha y hora automática de registro

3.7.4 Relaciones principales

Las relaciones más importantes de la base de datos son:

- Una **InstitucionEducativa** tiene muchos **Estudiantes**, **Docentes**, **Grados** y **Secciones**.
- Un **Estudiante** pertenece a una única **InstitucionEducativa**.

- Un **Estudiante** puede tener uno o más **Apoderados**.
- Un **Estudiante** tiene muchas **Notas**, muchas **Asistencias** y muchos **Pagos**.
- Un **Docente** puede dictar varios **Cursos** en distintas **Secciones**.
- Un **Curso** pertenece a un **Grado** dentro de una **InstitucionEducativa**.
- Una **Seccion** tiene muchos **Estudiantes** y está asignada a un **Grado**.
- Una **Nota** está asociada a un **Estudiante**, una **Evaluacion** y un **PeriodoAcademico**.
- Un **Pago** está asociado a un **Estudiante** y a una **Pension** de la institución.

El Anexo 18 contiene el diagrama de entidad-relación completo de la base de datos.

4 Ingeniería, Implementación, Beneficios y Viabilidad

4.1 Configuración del entorno de desarrollo transaccional

La implementación física de SICOLEGIO 360 se asienta sobre herramientas robustas y de código abierto para asegurar costos competitivos en la distribución de la plataforma como servicio (SaaS):

1. **Paso 1: Configuración del Servidor de Base de Datos:** Se realiza la descarga e instalación de PostgreSQL o MySQL en el servidor central. Se configuran las reglas de acceso para permitir conexiones remotas únicamente mediante encriptación SSL y contraseñas de alta seguridad.

2. **Paso 2: Inicialización del Entorno Backend:** Se instala Node.js o Python (con Django). Se inicializa el proyecto y se configuran las dependencias del adaptador del SGBD relacional para implementar el gestor de "Connection Pooling", asegurando que el servidor pueda administrar cientos de conexiones transaccionales concurrentes sin degradar la memoria.

3. **Paso 3: Inicialización del Entorno Frontend:** Se configura el framework reactivo React o Vue.js utilizando la herramienta de compilación Vite. Se instalan las dependencias para el ruteo dinámico de vistas y el consumo HTTP de endpoints (usando `axios`).

4.2 Estructura del software y flujo transaccional automatizado

El código fuente del sistema de información se organiza de acuerdo a la siguiente jerarquía física de directorios:

```
sicolegio360-project/
|-- backend/
|   |-- config/            # Configuraciones globales y de seguridad HTTP
|   |-- controllers/       # Lógica transaccional (Matrícula, Notas, Pago
|   |-- models/            # Definición física del esquema de base de dat
|   |-- routes/            # Definición de endpoints y control de acceso
```

```
|   `-- database.js        # Conector relacional y pools de transacciones
`-- frontend/
    |-- public/            # Archivos estáticos y logos
    `-- src/
        |-- components/    # Componentes modulares reactivos (tablas de n
        |-- views/         # Pantallas principales del sistema transaccio
        `-- App.js         # Enrutador principal y consumo del API REST
```

Para comprender la dinámica de flujo, el Anexo 16 presenta el flujograma del proceso automatizado comparado con el proceso manual del Anexo 15, mostrando cómo se elimina drásticamente la duplicidad de tareas.

4.3 Consistencia, seguridad y control de transacciones

4.3.1 Aseguramiento de las propiedades ACID en código

Para asegurar que las transacciones de SICOLEGIO 360 se ejecuten con estricta atomicidad en el backend, toda operación múltiple se realiza mediante bloques transaccionales controlados. El siguiente segmento de código ilustra la lógica transaccional implementada para la transacción de **Registro de Matrícula (TPS 3)** en Node.js, garantizando la consistencia de los datos ante posibles fallos de ejecución:

```
async function registrarMatriculaTransaccional(idEstudiante, idSeccion, m
  const client = await databasePool.connect();
  try {
    // 1. Iniciar la transacción SQL en base de datos
    await client.query('BEGIN');

    // 2. Validar el aforo máximo disponible de la sección académica
    const seccionRes = await client.query(
      'SELECT aforo_max, (SELECT COUNT(*) FROM Matricula WHERE id_seccion
      [idSeccion]
```

```
    );
    const { aforo_max, matriculados } = seccionRes.rows[0];
    if (parseInt(matriculados) >= parseInt(aforo_max)) {
      throw new Error('CAPACIDAD_MAXIMA_SUPERADA');
    }

    // 3. Insertar la transacción de matrícula
    const matriculaQuery = 'INSERT INTO Matricula (id_estudiante, id_secc
    const matriculaRes = await client.query(matriculaQuery, [idEstudiante
    const idMatricula = matriculaRes.rows[0].id_matricula;

    // 4. Registrar la transacción de cobro inicial de matrícula
    const pagoQuery = 'INSERT INTO Pago (id_estudiante, monto, concepto,
    await client.query(pagoQuery, [idEstudiante, montoPago, 'MATRICULA'])

    // 5. Confirmar transacción de forma atómica en base de datos
    await client.query('COMMIT');
    return { success: true, idMatricula };
  } catch (error) {
    // En caso de cualquier error se aborta la transacción y se deshacen
    await client.query('ROLLBACK');
    return { success: false, error: error.message };
  } finally {
    client.release();
  }
}
```

4.3.2 Seguridad del Sistema

La seguridad de SICOLEGIO 360 está basada en múltiples capas de protección:

- **Autenticación:** El acceso al sistema requiere usuario y contraseña. Las contraseñas se almacenan encriptadas con algoritmos de hash seguros (BCrypt).
- **Autorización:** El sistema implementa un modelo de control de acceso basado en roles (RBAC). Cada usuario solo puede acceder a los módulos y realizar las acciones permitidas por su rol.
- **Separación de datos:** La arquitectura multiinstitucional garantiza que los datos de cada colegio estén completamente separados de los demás.
- **Comunicación segura:** Todas las comunicaciones entre el navegador del usuario y el servidor del sistema se realizan a través del protocolo HTTPS.
- **Copias de seguridad:** El sistema realiza copias de seguridad automáticas de la base de datos de manera diaria, almacenándolas en una ubicación segura y separada del servidor principal.
- **Auditoría:** El sistema registra un log de todas las acciones realizadas por los usuarios, incluyendo los datos modificados, el usuario que realizó la acción y la fecha y hora del evento.

4.4 Plan de pruebas y aseguramiento de calidad del TPS

La verificación del funcionamiento transaccional del TPS se realiza mediante pruebas sistemáticas programadas:

- **Pruebas Unitarias de Reglas de Negocio:** Comprobación aislada de que las validaciones de límites de notas (0-20) y aforo bloquean correctamente valores no válidos antes de contactar a la base de datos.
- **Pruebas de Integración y Concurrencia:** Simulación de múltiples solicitudes concurrentes enviadas por diferentes terminales a la transacción de matrícula de secciones con solo una vacante disponible, validando que el sistema otorgue el cupo ordenadamente al primer usuario (FIFO) y rechace a los demás sin duplicidades.
- **Detección y Simulación de Fallas (ACID Testing):** Interrupción forzada del servidor web

durante el procesamiento de la transacción de cobro, comprobando que al reiniciar, la base de datos haya ejecutado el rollback completo, eliminando transacciones parciales e inconsistentes.

4.5 Beneficios del sistema de información

La implementación de SICOLEGIO 360 genera beneficios significativos para todos los actores de la comunidad educativa, optimizando el rendimiento integral.

4.5.1 Beneficios Académicos y Administrativos

- **Mejor control de notas (Académico):** Los docentes registran las notas directamente en el sistema, eliminando el riesgo de pérdida o error de transcripción.
- **Detección temprana del bajo rendimiento:** El sistema genera alertas automáticas cuando un estudiante presenta promedios por debajo del mínimo, permitiendo intervenciones oportunas.
- **Libretas automáticas:** La generación automática de libretas elimina el trabajo manual de la secretaría y reduce los errores en el documento final.
- **Seguimiento estudiantil integral:** El historial completo de cada estudiante (notas, asistencia, conducta, pagos) está disponible en tiempo real para tutores y directivos.
- **Reducción de la pérdida de información (Administrativo):** Al centralizar todos los datos en una base de datos, se elimina el riesgo de pérdida de archivos físicos.
- **Centralización de datos:** Toda la información institucional está disponible desde un único punto de acceso, sin necesidad de consultar múltiples archivos o sistemas.
- **Reducción de errores:** La automatización de los cálculos y la validación de datos reduce significativamente los errores operativos.
- **Reportes rápidos:** Los reportes que antes tomaban horas o días en elaborarse se generan automáticamente en segundos.

4.5.2 Beneficios Financieros

- **Control de pagos en tiempo real:** El estado de cuenta de cada estudiante está disponible de inmediato para tesorería y dirección.
- **Identificación oportuna de deudas:** El sistema identifica automáticamente las deudas de pensiones vencidas y genera alertas antes de que se acumulen.
- **Control de morosidad:** El índice de morosidad es calculado y actualizado automáticamente, permitiendo a la dirección tomar medidas preventivas.
- **Reportes financieros automáticos:** Los reportes de recaudación, deudas y moras se generan automáticamente para cualquier período seleccionado.

4.5.3 Beneficios para Docentes y Padres

- **Registro rápido de notas y asistencia (Docentes):** El proceso de registro desde el sistema es más rápido y seguro que el registro manual en cuadernos.
- **Reducción del trabajo manual:** El cálculo de promedios, la generación de reportes de aula y la comunicación con padres se realizan automáticamente.
- **Acceso a reportes por aula:** Los docentes pueden consultar en tiempo real el rendimiento de sus estudiantes, identificar a quienes necesitan apoyo y comunicarse con sus padres desde la plataforma.
- **Mejor comunicación (Padres):** Los padres reciben comunicados, citaciones y alertas a través de un canal formal y organizado.
- **Acceso a información clara y actualizada:** Los padres pueden consultar en cualquier momento las notas, asistencias y pagos de sus hijos sin necesidad de comunicarse con la secretaría.

4.5.4 Beneficios para Estudiantes y Directivos

- **Transparencia en la información académica (Estudiantes):** Los estudiantes pueden consultar sus propias notas, horarios y asistencias en tiempo real.

- **Comunicación directa con la institución:** Las alertas y comunicados del colegio llegan de manera oportuna a través de la plataforma.
- **Toma de decisiones basada en datos (Directivos):** Los directivos tienen acceso a reportes e indicadores actualizados en tiempo real para fundamentar sus decisiones.
- **Control académico, financiero y administrativo integral:** La visión global de la institución está disponible desde un único tablero de control.

4.5.5 Beneficios para el Administrador de la Plataforma

- **Gestión de múltiples colegios:** El superadministrador puede monitorear el desempeño de todos los colegios registrados desde un único panel.
- **Escalabilidad comercial:** El modelo multiinstitucional permite incorporar nuevos colegios usuarios sin necesidad de desarrollar una nueva plataforma.
- **Reportes globales:** El ESS proporciona información global sobre el crecimiento y el desempeño de la plataforma.

4.6 Retos de implementación del TPS

A pesar de los beneficios descritos, la implementación de SICOLEGIO 360 enfrenta una serie de retos organizacionales que deben ser gestionados adecuadamente:

1. **Capacitación de usuarios:** El personal de los colegios debe ser capacitado para usar el sistema de manera efectiva. La resistencia al cambio puede generar una curva de aprendizaje lenta.
2. **Resistencia al cambio:** Algunos directivos y docentes pueden preferir continuar con los métodos manuales por costumbre o desconfianza hacia la tecnología.
3. **Costo de implementación:** La adquisición, configuración y mantenimiento del sistema implica una inversión inicial en hardware y conectividad que puede ser difícil de asumir para colegios de recursos limitados.

4. **Seguridad de la información:** El manejo de datos personales de menores de edad requiere cumplir con regulaciones específicas de protección de datos.
5. **Calidad de los datos registrados:** El valor del sistema depende de la calidad de los datos ingresados. Si el personal no registra los datos correctamente, los reportes y análisis serán inexactos.
6. **Mantenimiento de la plataforma:** El sistema requiere actualizaciones periódicas, mantenimiento técnico y soporte continuo para garantizar su funcionamiento óptimo.

4.7 Estudios de viabilidad del sistema

4.7.1 Viabilidad Técnica

Desde el punto de vista técnico, SICOLEGIO 360 es plenamente viable. Las tecnologías propuestas (PostgreSQL/MySQL, Node.js/Django/PHP, React/Vue.js) son maduras, ampliamente disponibles y bien documentadas. El uso de frameworks de desarrollo web modernos y servicios de alojamiento en la nube garantiza la disponibilidad, el rendimiento y la escalabilidad del sistema. La arquitectura en tres capas y el modelo multiinstitucional son estándares de la industria, lo que facilita el desarrollo. El único riesgo técnico relevante es la migración de datos históricos desde Excel o archivos físicos, lo que debe planificarse minuciosamente.

4.7.2 Viabilidad Económica

El modelo multiinstitucional de SICOLEGIO 360 permite distribuir los costos de desarrollo e infraestructura entre múltiples colegios usuarios, aprovechando las economías de escala. El modelo de negocio SaaS mediante suscripción mensual o anual genera ingresos recurrentes que financian el mantenimiento y la mejora de la plataforma. Para los colegios, representa una reducción de costos operativos y una mejora en la recaudación de pensiones al reducir la morosidad a través de alertas automatizadas.

4.7.3 Viabilidad Operativa

La viabilidad operativa depende principalmente de la capacidad de los colegios para adoptar el nuevo sistema de trabajo. Los factores clave son la voluntad del personal para aprender a usar el sistema, la disponibilidad de dispositivos con acceso a Internet en las instalaciones y el compromiso de la dirección con la implantación. Esta viabilidad se optimiza mediante una implementación progresiva por módulos y soporte técnico continuo.

4.7.4 Viabilidad Organizacional

La implementación requiere que los colegios estén dispuestos a revisar y adaptar sus procesos internos para aprovechar al máximo las capacidades del sistema. Esto puede implicar cambios en las responsabilidades de algunos roles, la eliminación de procesos manuales y la incorporación de procedimientos formales de ingreso y consulta. El compromiso de la dirección general con la implantación es el factor determinante para el éxito organizacional.

4.7.5 Viabilidad Comercial

El mercado de colegios privados pequeños y medianos en el Perú y América Latina es amplio y está subatendido. La mayoría de las soluciones existentes son costosas, complejas o no están adaptadas a las particularidades del sistema educativo local. SICOLEGIO 360 ofrece una propuesta de valor diferenciada: está diseñada específicamente para colegios, es multiinstitucional, accesible desde cualquier dispositivo y está disponible a un costo de suscripción altamente asequible.

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

1. **Conclusión sobre la automatización de procesos:** La propuesta de SICOLEGIO 360 demuestra que la automatización de los procesos académicos, administrativos y financieros de las instituciones educativas es técnicamente viable, económicamente justificable y organizacionalmente beneficiosa. Los procesos que actualmente se realizan de manera manual pueden ser automatizados de manera integral, eliminando errores, demoras e ineficiencias de la gestión tradicional.

2. **Conclusión sobre el enfoque socio-tecnológico:** El enfoque socio-tecnológico adoptado en el diseño de SICOLEGIO 360 es fundamental para su éxito. Un sistema de información educativa que solo considere la dimensión tecnológica sin contemplar la dimensión humana y organizacional está condenado al fracaso. SICOLEGIO 360 busca el ajuste óptimo entre las capacidades técnicas del sistema y las necesidades reales de los colegios usuarios.

3. **Conclusión sobre los sistemas empresariales:** La aplicación del concepto de sistema empresarial integrado al sector educativo es una de las contribuciones más importantes de este proyecto. Demuestra que las instituciones educativas, al igual que las empresas, pueden beneficiarse enormemente de la integración de sus procesos en una sola plataforma, eliminando las islas de información.

4. **Conclusión sobre el análisis de datos:** El análisis de datos es uno de los beneficios más significativos de SICOLEGIO 360. Al centralizar toda la información en una base de datos integrada, permite generar indicadores, cruzar variables y detectar patrones como estudiantes en riesgo académico o familias con morosidad recurrente.

5. **Conclusión sobre el uso multiinstitucional:** El diseño multiinstitucional es su característica más innovadora y diferenciadora. Permite que múltiples colegios compartan una misma plataforma, ofreciendo una solución económicamente accesible para instituciones que no pueden financiar el desarrollo de su propio software dedicado.

6. **Conclusión sobre la toma de decisiones:** SICOLEGIO 360 transforma la toma de decisiones en los colegios: de decisiones basadas en la intuición y la experiencia personal a decisiones fundamentadas en datos confiables, íntegros y actualizados en tiempo real por el TPS.

5.2 Recomendaciones

1. **Capacitación continua de usuarios:** Se recomienda diseñar e implementar un programa de capacitación integral y continuo para todos los usuarios del sistema, diferenciado por rol. Esto reduce significativamente la resistencia al cambio en el cuerpo docente y administrativo.

2. **Implementación progresiva por módulos:** Se recomienda implementar el sistema de manera progresiva, comenzando con los módulos de mayor impacto y menor complejidad. El orden sugerido es: estudiantes y matrícula, notas y asistencia, pagos y, finalmente, reportes y alertas académicas automáticas.

3. **Políticas de protección de datos personales:** Se recomienda implementar una política de privacidad clara y un cumplimiento estricto de la legislación de protección de datos personales de los menores de edad, encriptando los registros históricos.

4. **Copias de seguridad periódicas automatizadas:** Implementar un sistema de copias de seguridad automáticas diarias, geográficamente separadas del servidor de base de datos principal, y ensayar simulacros periódicos de restauración de datos ante desastres.

5. **Evaluación formal del sistema después de su uso:** Realizar una evaluación formal y cualitativa del sistema después de su primer año de uso, que incluya encuestas de satisfacción a padres, docentes y personal administrativo para guiar el desarrollo de mejoras.

6. **Mejora continua y actualización de la plataforma:** Adoptar una cultura de mejora continua en el desarrollo y gestión de SICOLEGIO 360, manteniendo un canal formal de retroalimentación con los colegios usuarios para actualizar y refinar la plataforma según las necesidades del mercado.

Bibliografía

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Sistemas de información gerencial* (14.ª ed.). Pearson Educación.

O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2009). *Management information systems* (9.ª ed.). McGraw-Hill / Irwin.

Stair, R., & Reynolds, G. (2016). *Principles of information systems* (12.ª ed.). Cengage Learning.

Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2011). *Análisis y diseño de sistemas* (8.ª ed.). Pearson Educación.

Date, C. J. (2001). *Introducción a los sistemas de bases de datos* (7.ª ed.). Pearson Educación.

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software* (9.ª ed.). Pearson Educación.

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software: un enfoque práctico* (7.ª ed.). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.

Anexo 1: Enfoque Socio-Tecnológico

Sessions

Element	Missed Instructions	Cov.	Missed Branches	Cov.	Missed	Cxty	Missed	Lines	Missed	Methods	Missed	Classes
pe.unas.demoapi.application		86%		64%	4	15	4	25	0	8	0	2
pe.unas.demoapi		37%		n/a	1	2	2	3	1	2	0	1
pe.unas.demoapi.presentation		100%		n/a	0	6	0	8	0	6	0	1
Total	17 of 126	86%	5 of 14	64%	5	23	6	36	1	16	0	4

Created with JaCoCo 0.8.12.202403310830

Figura 1

Dimensiones del enfoque socio-tecnológico de SICOLEGIO 360

Anexo 2: Pirámide de Niveles Organizacionales

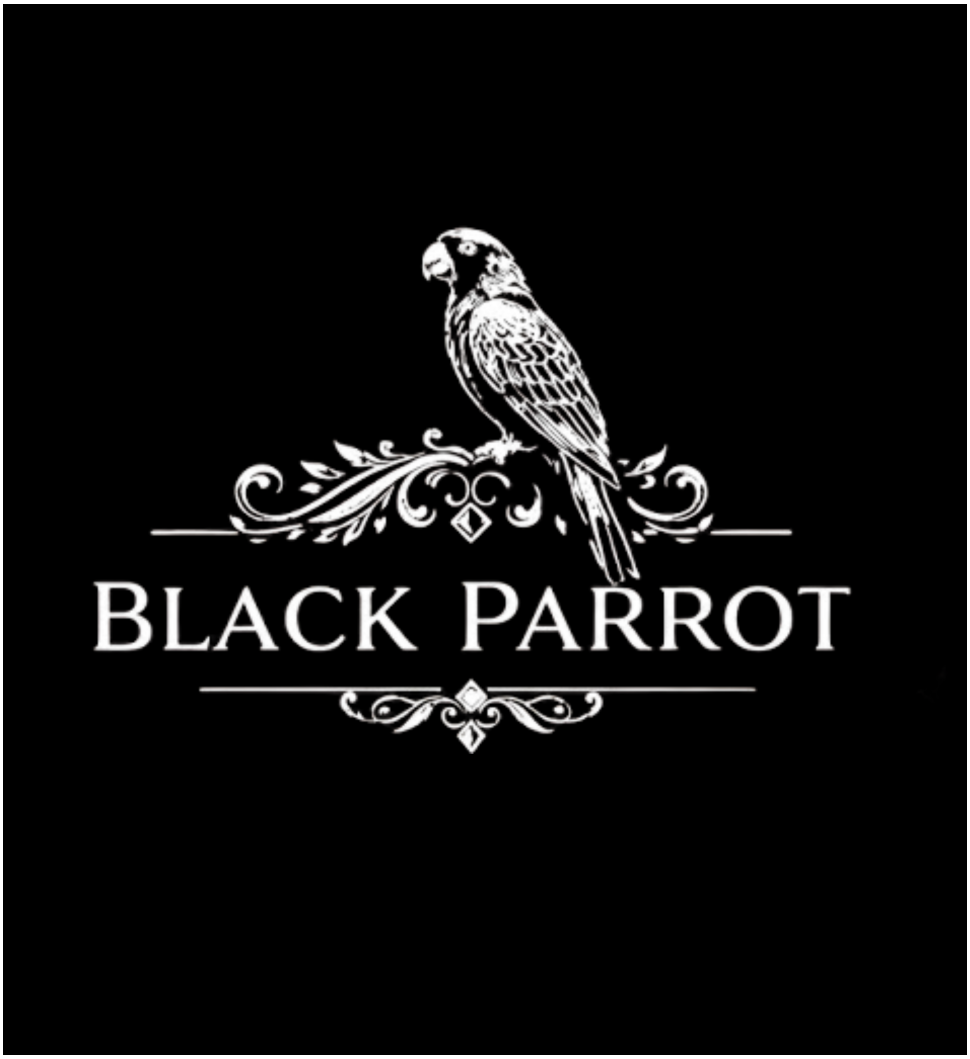

Figura 2
Pirámide de niveles Organizacionales

Anexo 3: Tipos de Sistemas de Información

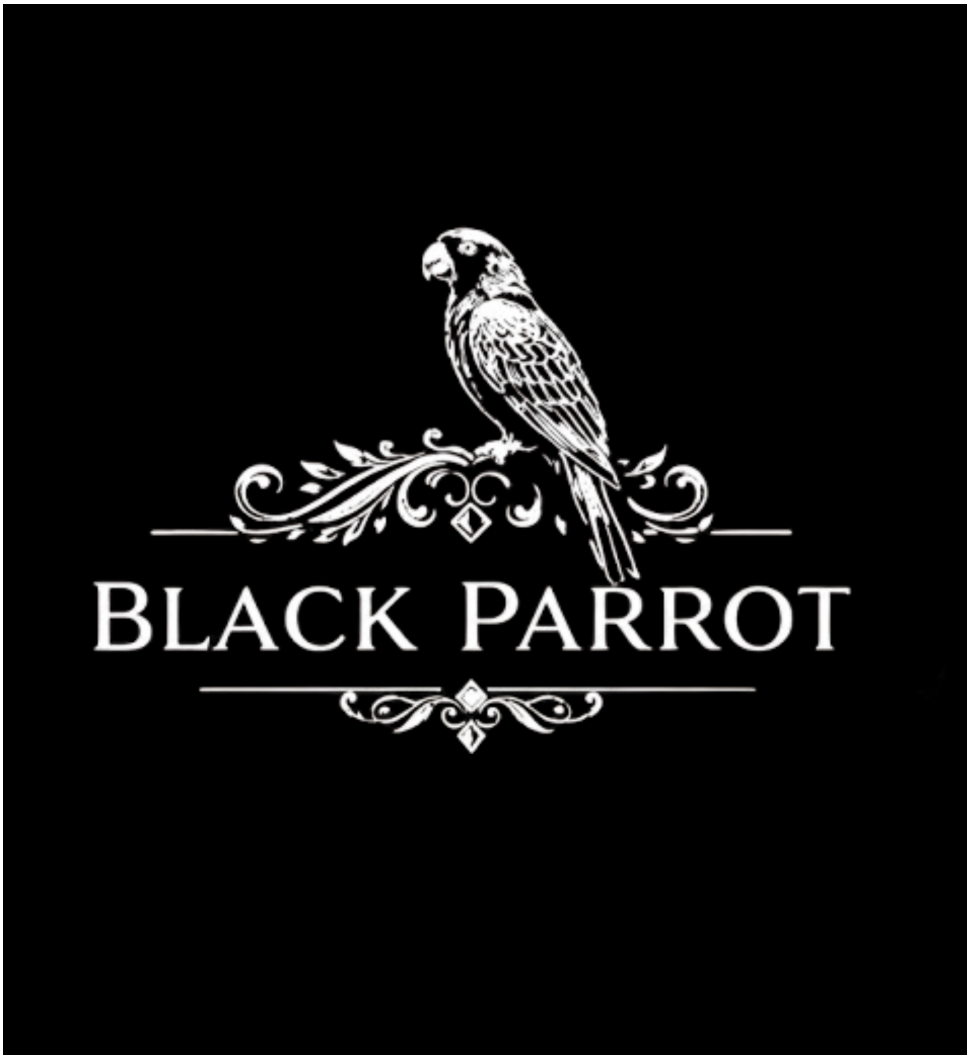

Figura 3
Relación entre tipos de sistemas en SICOLEGIO 360