



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MAESTRÍA EN SOFTWARE

SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO
ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS, APLICANDO CIENCIA DE
DATOS.

PEDRO STALYN AGUILAR ENCARNACIÓN

PROPUESTA METODOLÓGICA Y TECNOLOGÍA AVANZADA

TUTORA: ING. BERTHA EUGENIA MAZÓN OLIVO, Mgs
COTUTOR: ING. MILTON RAFAEL VALAREZO PARDO, Mgs

MACHALA
2022

PENSAMIENTO

“La medida de lo que somos, es lo que hacemos con lo que tenemos.”

- Vince Lombardi

DEDICATORIA

A Dios, por su bondad infinita y misericordia
mostrada hacia mi vida.

A mi esposa, Jennifer, por su amor, entrega y
apoyo incondicional en esta meta alcanzada,
sin lugar a duda me has demostrado que
junto a Dios somos invencibles.

A mis padres, por ser un ejemplo
de superación en mi vida.

Mis hermanas, por compartir los
recuerdos de infancia y mis logros de adulto.

A mis sobrinos, especialmente
al hijo de corazón que me dio la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Efraín Quingue, por su incondicional amistad
y su criterio profesional.

A mi tutora, Ing. Bertha Mazón Olivo, Mgs,
por su muestra de confianza.

A todos los que de alguna y otra forma han posibilitado
que alcance esta meta.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Pedro Stalyn Aguilar Encarnación con C.I. 2100485933, declaro que el trabajo de “SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS, APLICANDO CIENCIA DE DATOS.”, en opción al título de Magister en Software, es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

PEDRO STALYN AGUILAR ENCARNACIÓN
C.I. 2100485933

Machala, 2023/01/09

REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN

SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS, APLICANDO CIENCIA DE DATOS

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	5 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	3 %
2	1library.co Fuente de Internet	2 %
3	archive.org Fuente de Internet	2 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 20 words

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Bertha Eugenia Mazón Olivo con C.I. 0603100512; tutora del trabajo de titulación denominado “SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS, APLICANDO CIENCIA DE DATOS.”, en opción al título de Magister en Software, ha sido revisado, enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.

BERTHA EUGENIA MAZÓN OLIVO

C.I. 0603100512

Machala, 2023/01/09

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Pedro Stalyn Aguilar Encarnación con C.I. 2100485933, autor del trabajo de titulación “SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS, APLICANDO CIENCIA DE DATOS.”, en opción al título de MAGISTER EN SOFTWARE, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cedo a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-NoCommercial* – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

PEDRO STALYN AGUILAR ENCARNACIÓN
C.I. 2100485933

Machala, 2023/01/09

CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN

-Coloque su certificación aquí-

RESUMEN

Acorde a las políticas establecidas por los organismos encargados de garantizar la calidad de la Educación Superior en el Ecuador, se instaura la necesidad de implementar mecanismos que eliminen las barreras en el acceso, permanencia y culminación de estudios superiores; componentes relacionados con el análisis del rendimiento académico de los estudiantes. En ese sentido, se desarrolló un Sistema de Soporte de Decisiones (DSS) contemplando las actividades descritas en las metodologías de Hefesto y Kimball; el cual utiliza como conjunto de datos información del departamento de bienestar estudiantil (datos del estudiante), departamento de Talento Humano (datos profesores) y del sistema académico institucional (calificaciones). El DSS propuesto genera información consolidada a través de gráficos estadísticos y mediante el coeficiente correlacional de Pearson, calcula una medida de dependencia lineal entre dos de las variables estudiadas (promedio de notas, estado civil, género, ingresos en el hogar, fuente de recursos de estudio, tipo de hogar y tipo de vivienda) a fin de determinar el tipo y grado de asociación de los factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante. Posterior a ello, utilizando criterios de evaluación de usabilidad de sistemas de inteligencia de negocios, se aplicó como instrumento de recolección de datos una encuesta al personal involucrado en la toma de decisiones; por medio del estadístico de Chi cuadrado, con un nivel de significancia del 5%, se determinó la validez de la hipótesis concluyendo así que, la implementación de un DSS optimiza el tiempo y el recurso humano en la generación de informes consolidados que apoyan el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico. En trabajos futuros, se recomienda la inclusión de conjuntos de datos que pudieren generar los subsistemas de la institución tales como: proyectos de investigación, vinculación y publicaciones; los cuales, enriquecerán significativamente al DSS y por ende al apoyo en el proceso de toma de decisiones.

PALABRAS CLAVES: DSS, IES Pública, Ciencia de Datos, Inteligencia de Negocios, Hefesto, Kimball, bienestar estudiantil, profesores, estudiantes, rendimiento académico, sistema de soporte de decisiones.

ABSTRACT

According to the policies established by the agencies in charge of guaranteeing the quality of Higher Education in Ecuador, there is a need to implement mechanisms to eliminate barriers to access, permanence and completion of higher education studies; components related to the analysis of students' academic performance. In this sense, a Decision Support System (DSS) was developed contemplating the activities described in the Hephaestus and Kimball methodologies; which uses as a set of data information from the student welfare department (student data), the Human Resources department (faculty data) and the academic system of the institution (student grades). The proposed DSS generates consolidated information through statistical graphs and, using Pearson's correlational coefficient, calculates a measure of linear dependence between two of the variables studied (grade point average, marital status, gender, household income, source of study resources, type of household and type of housing) in order to determine the type and degree of association of the factors that influence student academic performance. Subsequently, using usability evaluation criteria of business intelligence systems, a survey was applied as a data collection instrument to the personnel involved in decision making; with the results, the Chi-square statistic was determined with a significance level of 5%, thus concluding that the implementation of a DSS optimizes time and human resources in the generation of consolidated reports that support the analysis of the indicators that influence academic performance. In future work, we recommend the inclusion of data sets that could be generated by the institution's subsystems such as research projects, outreach projects and publications, which will significantly enrich the DSS and thus support the decision-making process.

KEYWORDS: DSS, Public IES, Data Science, Business Intelligence, Hefesto, Kimball, student welfare, professor, students, academic performance, decision support system.

ÍNDICE GENERAL

PENSAMIENTO	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	5
REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN	6
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	7
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	8
CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
ÍNDICE GENERAL	12
LISTA DE ILUSTRACIONES	14
LISTA DE TABLAS	15
LISTA DE ABREVIATURAS	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	22
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	22
1.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES Y REFERENCIALES	26
1.2.1. Ciencia de datos	26
1.2.1.1. Análisis de datos	27
1.2.1.2. Inteligencia de negocios	28
1.2.2. Sistemas de soporte de decisión	29
1.2.2.2. Fases del proceso de toma de decisiones	30
1.2.2.3. Clasificación	30
1.2.2.4. Arquitectura de un DSS	31
1.2.3. Indicadores del rendimiento académico	32
1.2.4. Calidad del producto de software	33
1.2.5. ISO/IEC 25010	34
1.2.5.1. Eficiencia de desempeño	35
1.3. ANTECEDENTES CONTEXTUALES	35
1.3.1. Propuesta de solución y contribuciones	37
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	38
2.1. TIPO DE ESTUDIO	38
2.2. PARADIGMA	38
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	39
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39

2.5.	MÉTODOS TEÓRICOS	40
2.6.	MÉTODOS EMPÍRICOS	41
2.7.	TÉCNICAS ESTADÍSTICAS	42
CAPÍTULO 3. RESULTADOS: PROPUESTA METODOLÓGICA DE DESARROLLO DE UN DSS PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS		43
3.1.	METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS BI	43
3.2.	ENUNCIADO DEL CASO DE ESTUDIO	44
3.3.	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	45
3.3.1.	Identificar preguntas	45
3.3.2.	Identificar indicadores y perspectivas	47
3.3.3.	Modelo conceptual	49
3.4.	ANÁLISIS DE DATA SOURCE	52
3.4.1.	Hechos e indicadores	52
3.4.2.	Mapeo	54
3.5.	MODELO LÓGICO DEL DW	66
3.5.1.	Tipología	66
3.5.2.	Tablas de dimensiones	66
3.5.3.	Tablas de hechos	70
3.5.4.	Uniones	71
3.6.	INTEGRACIÓN DE DATOS	73
3.6.1.	Carga inicial (proceso ETL)	73
3.7.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL DSS	75
3.7.1.	Diseño del DSS	75
3.7.2.	Ejecución del DSS	75
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		79
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	79
4.2.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
4.2.1.	Frecuencias observadas	84
4.2.2.	Frecuencias esperadas	84
4.2.3.	Análisis de la prueba estadística	85
4.2.4.	Análisis de correlación para determinar los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de la EIS	86
4.3.	RELACIÓN CON TRABAJOS PREVIOS	88
CONCLUSIONES		89
RECOMENDACIONES		90
BIBLIOGRAFÍA		91
ANEXOS		97

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Árbol del problema	20
Ilustración 2	El rendimiento académico y la informática	24
Ilustración 3	Línea de tiempo del rendimiento académico en la informática	26
Ilustración 4	Evolución de la ciencia de datos	26
Ilustración 5	Pirámide del conocimiento	27
Ilustración 6	Sistemas de información	29
Ilustración 7	Fases del proceso de toma de decisiones propuesta por Simon	30
Ilustración 8	Componentes de un DSS	32
Ilustración 9	División de la norma ISO/IEC 2500n	34
Ilustración 10	Modelo de calidad definido por la ISO/IEC 25010	35
Ilustración 11	Subcaracterísticas de la eficiencia de desempeño	35
Ilustración 12	Tasa de retención institucional, año 2020	36
Ilustración 13	Tasa de titulación, año 2020	36
Ilustración 14	Cálculo de la muestra	39
Ilustración 15	Modelo conceptual profesores	50
Ilustración 16	Modelo conceptual estudiantes	50
Ilustración 17	Modelo conceptual rendimiento académico	51
Ilustración 18	Modelo conceptual retención estudiantil	51
Ilustración 19	Modelo conceptual egresamiento y titulación	52
Ilustración 20	Relación entre la data source y el modelo conceptual	54
Ilustración 21	Mapeo data profesores	55
Ilustración 22	Mapeo data estudiantes	56
Ilustración 23	Relación entre el data source y el modelo conceptual estudiante	57
Ilustración 24	Relación entre el data source y el modelo lógico rendimiento académico	58
Ilustración 25	Mapeo de rendimiento académico	59
Ilustración 26	Mapeo de rendimiento académico	60
Ilustración 27	Relación entre el data source y el modelo lógico de egresamiento y titulación	62
Ilustración 28	Mapeo egresamiento y titulación	63
Ilustración 29	Mapeo retención estudiantil	65
Ilustración 30	Relación entre el data source y el modelo lógico retención estudiantil	65
Ilustración 31	Tablas de dimensiones profesores	66
Ilustración 32	Tablas de dimensiones estudiante	67
Ilustración 33	Tablas de dimensiones rendimiento académico	67
Ilustración 34	Tablas de dimensiones rendimiento académico	68
Ilustración 35	Tablas de dimensiones rendimiento académico	68
Ilustración 36	Tablas de dimensiones egresamiento y titulación	69
Ilustración 37	Tablas de dimensiones egresamiento y titulación	69
Ilustración 38	Tablas de dimensiones retención estudiantil	70
Ilustración 39	Tablas de hechos del DW	70
Ilustración 40	Unión del esquema profesores	71
Ilustración 41	Unión del esquema estudiantes	71
Ilustración 42	Unión del esquema rendimiento académico.	72
Ilustración 43	Unión del esquema egresamiento y titulación.	72
Ilustración 44	Unión del esquema retención estudiantil	73
Ilustración 45	Proceso ETL	73
Ilustración 46	Fase de obtención	74
Ilustración 47	Fase de transformación	74
Ilustración 48	Fase de carga de datos	74
Ilustración 49	Arquitectura de la solución BI	75
Ilustración 50	Menú principal del DSS	76
Ilustración 51	Área de docentes	76
Ilustración 52	Área de estudiantes	77
Ilustración 53	Área de rendimiento académico	77

Ilustración 54 Análisis de correlación de los factores que influyen en el rendimiento académico	78
Ilustración 55 Área de egresamiento y titulación	78
Ilustración 56 Resultados numéricos de la tabulación de datos - comportamiento temporal	80
Ilustración 57 Resultados porcentuales de la tabulación de datos - comportamiento temporal	81
Ilustración 58 Resultados numéricos de la tabulación de datos - utilización de recursos	82
Ilustración 59 Resultados porcentuales de la tabulación de datos - utilización de recursos	82
Ilustración 60 Tabla cruzada	85
Ilustración 61 Chi Cuadrado	85
Ilustración 62 Distribución de chi cuadrado	86
Ilustración 63 Análisis correlacional de Pearson	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de análisis de datos	28
Tabla 2. Clasificación de los DSS	31
Tabla 3. Operalización de la variable independiente	39
Tabla 4. Operalización de la variable independiente	40
Tabla 5. Metodologías BI	43
Tabla 6. Actividades de las metodologías Bi implementadas en el presente proyecto	44
Tabla 7. Preguntas del negocio	46
Tabla 8. Indicadores y perspectivas	47
Tabla 9. Hechos e indicadores	52
Tabla 10. Tipología por área	66
Tabla 11. Escala de Likert	79
Tabla 12. Tabulación de resultados - comportamiento temporal	80
Tabla 13. Tabulación de resultados - utilización de recursos	81
Tabla 14. Valores obtenidos a partir de las encuestas realizadas	84
Tabla 15. Frecuencias observadas	84
Tabla 16. Frecuencias esperadas	84
Tabla 17. Interpretación de resultados - análisis de Pearson	88

LISTA DE ABREVIATURAS

CACES - Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.

CGPA - Promedio acumulativo de calificaciones del curso.

LOES - Ley Orgánica de Educación Superior.

SNES - Sistema Nacional de Educación Superior.

MISS - Sistema de Información de Gestión.

CHED - Comisión de Educación Superior.

GPA - Promedio de calificaciones de un periodo académico.

CES - Consejo de Educación Superior.

IES - Instituciones de Educación Superior.

TIC - Tecnologías de la Información y Comunicación.

SES - Sistema de Educación Superior.

IES - Instituciones de Educación Superior.

DSS - Sistemas de Soporte de Decisión.

ETL - Extracción, transformación y carga.

ISO - Organización Internacional de Normalización.

BI - Inteligencia de Negocios.

INTRODUCCIÓN

La Educación es considerada como el mecanismo mediante el cual se puede reprimir el costo social de una población que limita su crecimiento y desempeño económico [1]; por ello, la identidad cultural, social y política de cada territorio son factores que intervienen al determinar los lineamientos de un Sistema Educativo [2].

El Ecuador se reconoce como un estado constitucional de derechos, que, a partir de la Constitución del año 2008, establece un concepto de gratuidad, con excepción en la educación particular, para el Sistema Nacional de Educación Superior (SNES) [3]. Ante esta situación, en el año 2011, se instituye el Consejo de Educación Superior (CES) y el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES); dos organismos públicos que deben garantizar la calidad del SNES y la contribución del mismo al crecimiento del país [4].

En el 2018, una vez publicada la reforma a la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), el CACES define una nueva política de evaluación institucional para las universidades y Escuelas Politécnicas, mediante la cual se determina la necesidad de instrumentar medidas efectivas para eliminar las barreras que persisten en el acceso, permanencia y culminación de estudios superiores [4].

En este contexto, se hace necesaria la implementación de mecanismos que permitan determinar los obstáculos que interfieren en los estudiantes universitarios durante el desarrollo de su carrera profesional.

Diversos aportes literarios como [5] y [6], afirman que el análisis del rendimiento académico determina los factores que interfieren en los estudiantes para acceder, permanecer y culminar los estudios universitarios [7]; por lo cual, si se pretende determinar los factores que intervienen durante el desarrollo de la carrera del estudiante, es necesario analizar el rendimiento académico.

El rendimiento académico se establece en relación con la situación en la cual se encuentra un estudiante [8], ello incluye la interrelación de factores psicológicos, sociológicos y psicosocial, como: lugar de procedencia [9], nivel de estudio de quien imparte las cátedras [9], trayectoria estudiantil [10], calidad de vida del estudiante [11], entre otros. Por lo tanto, debido a la gran cantidad de información que fraguan dichos factores y la necesidad

de analizar su comportamiento, se requiere utilizar herramientas automatizadas que generen conocimiento a partir del procesamiento de grandes volúmenes de datos [12].

Al juzgar por las últimas tendencias, la Ciencia de Datos es un campo emergente que incorpora varias disciplinas como: la ingeniería de datos, la minería de datos, el análisis predictivo, big data, el aprendizaje automático, la estadística, la Inteligencia de Negocios, entre otros [13]; para analizar y extraer información que permita respaldar la toma de decisiones efectiva [14].

En la actualidad las Instituciones de Educación Superior (IES) poseen herramientas automatizadas para el tratamiento y gestión de los datos. La información relacionada con el historial académico y la situación familiar del estudiante, así como, la experiencia profesional y nivel de formación del profesorado, se almacena en bases de datos transaccionales, o, se registra en hojas de cálculo; por lo cual, cuando se requiere su análisis a fin de determinar los factores que interfieren en el rendimiento académico del estudiante, genera ineficiencia en el uso de recursos (tiempo, talento humano) para una toma de decisiones oportuna, dado que las herramientas que se utilizan no permiten transformar los datos en conocimiento útil.

Varios autores muestran la aplicación de la Ciencia de Datos como apoyo para la toma de decisiones en diferentes actividades desarrolladas por las IES. Bailey y Michaels [15], muestran un modelo para la asignación equitativa de estudiantes en una aula, para ello utilizan el rendimiento académico y las políticas gubernamentales como criterio de selección y asignación; disminuyendo considerablemente el tiempo utilizado por los directores de escuela en dicha actividad. Buri [16], utiliza una herramienta de Inteligencia de Negocios para determina la admisión a la educación superior en Tailandia, dicho herramienta filtra a los estudiantes según sus antecedentes, habilidades y campos de limitación, para que coincidan con la necesidad de ingreso de la universidad, con ello reducen considerablemente la asignación del talento humano para dichas actividades.

Ante las posibles soluciones descritas en los diversos aportes literarios, relacionados con la implementación de herramientas de Ciencia de Datos, y una vez identificados los factores que determinan el rendimiento académico, se formula la siguiente **pregunta de investigación**: ¿Cómo optimizar el tiempo y uso de recursos en la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento académico de estudiantes de una IES pública?

La Ciencia de Datos mejora los procesos de toma de decisiones mediante la utilización de herramientas como los Sistemas de Soporte de Decisión (DSS, por sus siglas en Inglés) [12], por ello, su aplicación en varios campos relacionados con la gestión de recursos humanos [17], las finanzas [18], detección de fraudes [19], etc. Los DSS, generan conocimiento que apoya en la toma de decisiones a los altos niveles gerenciales y al personal operativo [20]. La aplicación de estos sistemas facilita el análisis de datos debido a que disponen de información accesible rápidamente y presentada en informes dinámicos, flexibles e interactivos.

Los trabajos realizados por Tradigo, Gaudio y Veltri [21], aseguran que el implantar un DSS permite extraer información útil para el proceso de toma de decisiones en poco tiempo y de forma versátil; por lo cual, se puede utilizar como alternativa de eficiencia en el uso de recursos para el apoyo al proceso de toma de decisiones de los factores que determinan el rendimiento académico [22].

Es innegable los beneficios que genera la implementación de herramientas de Ciencia de Datos en actividades propias del área educativa [23]. Por lo cual, ante la necesidad de optimizar el tiempo de análisis de los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, es necesario implementar un DSS que permitan obtener conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos.

Es importante destacar que la IES de estudio tiene el interés de establecer mecanismos que permitan utilizar de forma eficiente los recursos destinados para el análisis de los indicadores que determinan el rendimiento académico de los estudiantes; dado que, las herramientas y procedimientos que actualmente manejan se efectúan una sola vez en la penúltima semana antes de finalizar el período académico y ello dificulta la obtención de información para determinar los factores de solución.

Por esta razón, luego de establecer algunas reuniones de trabajo, se definió como causas tecnológicas (Ilustración 1), la existencia de sistemas transaccionales que solamente pueden ser consultados por usuarios autorizados; además de la existencia de fuentes de datos académicos dispersas y heterogéneas, lo que dificulta la obtención de información académica institucional consolidada; por otra parte se dispone de información en archivos de diferentes formatos, como por ejemplo las hojas de cálculo, lo que dificulta centralizar la información; por tal razón, es evidente la necesidad de implementar herramientas de Ciencias de Datos eficientes en el uso de recursos (tiempo, talento humano) que apoyen

en la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento académico de estudiantes universitarios de una IES pública.

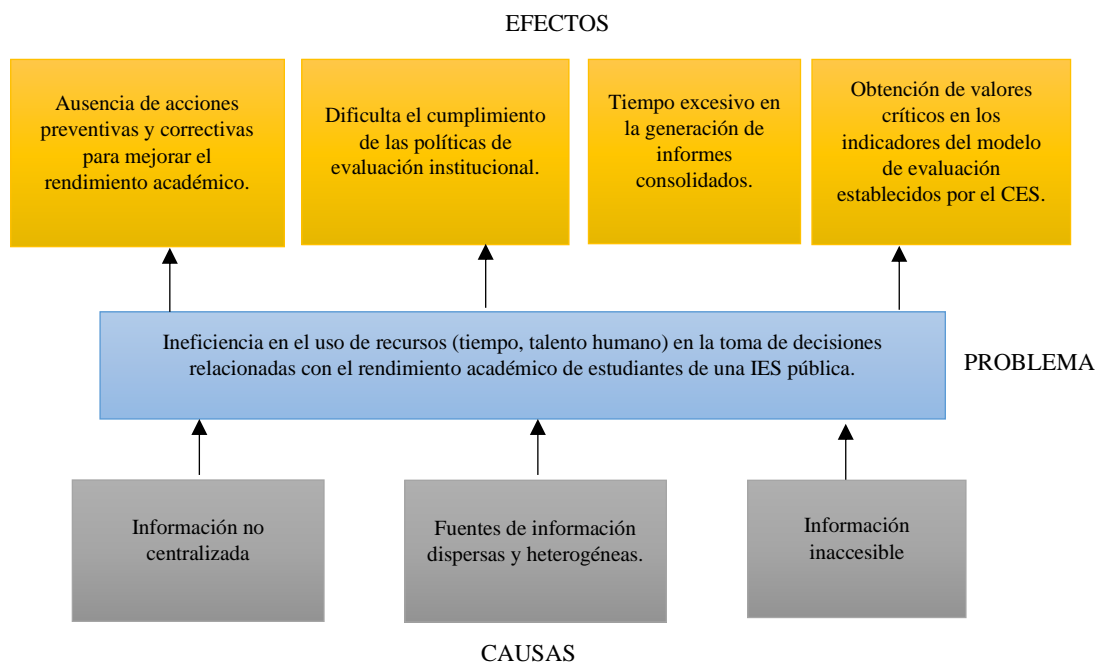


Ilustración 1 Árbol del problema

Por todo lo expuesto, el **objetivo general** de esta investigación es implementar un sistema de soporte de decisiones (DSS) con estilo dashboard, mediante técnicas de Ciencias de Datos aplicadas en el análisis de indicadores asociados al rendimiento académico de estudiantes de una IES pública, para la optimización de tiempo y recursos en la generación de informes consolidados. Tomando en cuenta las diferentes formas de implementación propuestas por Ankita Kanojiya [21], [24] y Viral Nagori [25].

Para el cumplimiento de dicho objetivo general, se desarrolló los siguientes **objetivos específicos**:

1. Recopilar información científica sobre Ciencia de datos e indicadores que influyen en el rendimiento académico de estudiantes universitarios.
2. Establecer el proceso de desarrollo de un DSS mediante la selección de una metodología, lenguaje de programación y herramientas.
3. Desarrollar un DSS utilizando herramientas que permitan el análisis de los KPIs del rendimiento académico de los estudiantes de una IES pública.
4. Determinar la eficiencia de desempeño del DSS mediante la aplicación de criterios de calidad del software.

Por tal razón, a fin de dar cumplimiento al objetivo trazado, el sistema metodológico de estudio adopta en base a los criterios de clasificación, según su forma, una investigación aplicada y según su metódica, una investigación tecnológica, con un paradigma de enfoque positivista. Es necesario mencionar que, la dimensión procedimental del diseño de la investigación ha utilizado como métodos teóricos al analítico – sintético e hipotético -deductiva, además, de emplear a la entrevista y la encuesta como técnicas para recopilar y analizar medidas de las variables especificadas en la investigación del problema. Investigación que ha definido como población objetivo al personal administrativo y académico que se encuentra involucrado en la toma de decisiones de la Institución de estudio.

El desarrollo de la investigación se realizó en una IES de la región Centro del país; y que por motivos de privacidad de la información se omite su nombre. Esta IES cuenta con personería jurídica de derecho público, totalmente autónoma, se constituye de 42 carreras distribuidas en 7 facultades, y, alberga alrededor de 26. 000 estudiantes, en todas sus modalidades, originarios de todas las provincias del Ecuador [26].

Además, tomando en consideración lo establecido en la Constitución de la Republica del Ecuador [27], LOES [3], los nuevos lineamientos establecidos por el CEACES en su plan de aseguramiento de la calidad continuo [4] y el objetivo determinado, se fija como **hipótesis**, la implementación de un DSS optimiza el tiempo y la utilización del recurso humano para la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública.

La presente investigación es considerada como proyecto tecnológico y a continuación se muestra la organización del trabajo, como se describe: en el capítulo 1, el marco teórico con referencia en los antecedentes históricos, conceptuales y contextuales; en el capítulo 2, se delinea la metodología y materiales utilizados en el desarrollo de este trabajo; en el capítulo 3, se presenta el DSS como una herramienta que modifica la eficiencia de recursos para el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes; en el capítulo 4, se presentan los resultados y discusión. Además, se describe las conclusiones y recomendaciones a considerar en el presente estudio.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El rendimiento académico es un término a partir del cual se puede determinar de forma cuantitativa y cualitativa los resultados en los procesos de enseñanza - aprendizaje [28]. A lo largo del tiempo dicha conceptualización ha venido generando diversos cambios, dado que su origen inicial proviene del ámbito laboral y de la necesidad de evaluar al hombre en el rendimiento de su trabajo [29]; posteriormente a partir de su aplicación en el campo educativo, toma una identidad propia que se ajusta a características de evaluación y obtención de calificaciones, tal como lo menciona Tejedor [30], el cual lo entiende como la calificación promedio que se obtiene en el periodo académico en que cada alumno haya cursado. Jiménez [31] complementa esta idea y habla del rendimiento académico como el nivel de conocimiento que se puede demostrar en determinada área, a partir de compararlo con un nivel académico.

En base a las publicaciones realizadas, el análisis del rendimiento académico tiene sus inicios a partir de la publicación denominada “*Informe de Coleman*” en 1966, donde se encontró que la disponibilidad de recursos generaba resultados inciertos sobre el desempeño educativo [32]. Desde entonces, una multitud de estudios han analizado los factores y variables que intervienen en el desempeño académico generando una alta producción científica relacionada al tema.

En las últimas décadas, el rendimiento académico ha sido ampliamente investigado desde diferentes perspectivas. Diversas investigaciones se han interesado por la correlación entre los procesos de la educación y el rendimiento académico [33], tal es así, que en el año 2002, Kozman manifiesta que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han introducido en la educación para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y mejorar las estrategias para el rendimiento académico [34]. La inclusión de las TIC ha permitido mejoras significativas en los procesos de aprendizaje e incidencia en la modificación de factores pedagógicos.

Los avances realizados por medio de las TIC han permitido una gestión eficaz de la información y el conocimiento, y se han convertido en herramientas que permiten mejorar el desempeño de actividades organizacionales. En el 2003, Mara, Norasiah y Norhayati [35], desarrollan un Sistema de procesamiento de transacciones con la finalidad de

asesorar a los estudiantes de la universidad de Teknologi en Malasia y brindarles una pauta consistente, y de competencia para gestionar el rendimiento académico durante toda la carrera; dicho sistema muestra la información concerniente a los datos académicos de los estudiantes, generar el promedio de calificaciones de un periodo académico (GPA) y promedio acumulativo de calificaciones del curso (CGPA). De esta forma los estudiantes por medio del sistema pueden conocer el GPA y CGPA, lo cual les ayuda a establecer el número de materias de recuperación que deben tomar para mejorar su promedio y evitar el abandono de sus estudios universitarios.

La tecnología empieza a funcionar como una herramienta habilitadora de conocimiento que apoya y mejora el desempeño de las practicas académicas. Diversas autoridades nacionales y locales, como el gobierno de Inglaterra, empiezan a realizar inversiones económicas en la implementación de tecnología en el área educativa. En el 2006, Machin, McNally y Silva [36], establecen un estudio en un entorno cuasi – experimental con la finalidad de determinar el impacto de la instrucción asistida por computadora en el desempeño académico de los estudiantes universitarios, dicha investigación revela una evidente mejoría del rendimiento académico en materias relacionadas con la Ciencia, sin embargo, no revela ningún impacto en materias de cálculo como las matemáticas.

El aporte significativo que generan las herramientas tecnológicas en el rendimiento académico provoca que diversos investigadores no solo de Europa, sino, de América Latina, realicen grandes aportes orientados a este tema. En el 2009, Aristizabal, Caicedo y Escandón [37], analizan los factores que influyen en el rendimiento académico del programa de Evaluación Internacional de Estudiantes del 2006 y 2009 en Colombia; y, plantean un modelo de ecuaciones estructurales con la finalidad de determinar la dinámica recíproca y simultánea entre variables que inciden en el rendimiento académico. Según los resultados expuestos, la implementación de software en el área educativa de enfoque específico, tiene una fuerte influencia en el desempeño de los estudiantes. Por otra parte, en Ecuador, en la ciudad de Guayaquil, Carrillo, Onofa y Ponce [38], estudian los efectos de los sistemas informáticos en el desempeño académico en instituciones educativas, el programa tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico de los alumnos.

En la última década las IES, han implementado diversas estrategias y herramientas que mejoren la calidad académica [39]. Los aportes investigativos se han orientado hacer un uso extensivo de recursos de conocimiento que aumenten significativamente la

productividad de los estudiantes (rendimiento académico) y mejore sus experiencias de aprendizaje. En el 2011, Norehan y Mohamed [40], de la Universidad de Teknologi en Malaysia, implementan un sistema que mediante la utilización del análisis de datos estadísticos permite determinar cómo el aprendizaje autorregulado afecta a la comprensión de los conceptos de estática y el desempeño académico; su investigación propone mayor énfasis en el determinar las variables independientes dado que son fuertes predictores para la variación en la comprensión y el desempeño académico en el grupo de estudiantes. Los acontecimientos descritos se representan en la Ilustración 2.

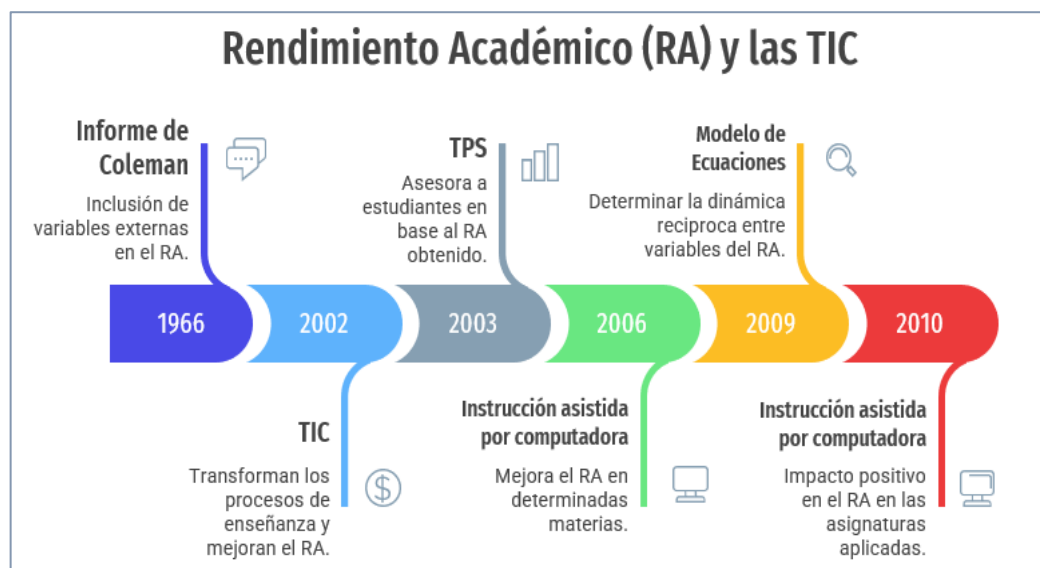


Ilustración 2 El rendimiento académico y la informática

El rendimiento académico naturalmente se asocia con la calificación obtenida mediante un proceso de evaluación; sin embargo, en el 2013 los aportes de Jafari, Pirouz y Pirouz [41], proponen la utilización de una nueva actuación para el método de evaluación del desempeño académico basado en sistemas de lógica difusa, el método propuesto no sustituye al método clásico de evaluación, sin embargo, ayuda a proporcionar información adicional a ser utilizada por los institutos educativos, para la toma de decisiones.

En los últimos cinco años el análisis del aprendizaje (*learning analytics*) ha desempeñado un rol transcendental en los procesos educativos, los aportes orientados a la toma de decisiones fundamentado en los principios de *Big Data*, el análisis de datos e inteligencia de negocios han logrado ser esenciales para mejorar los procesos de enseñanza y

aprendizaje, como en las tareas de gestión, dirección y administración del sistema educativo.

En el 2015, surgen aportes relevantes en cuanto al análisis del rendimiento académico; Ganeshan y Li [42], implementan un sistema web inteligente de asesoramiento a estudiante universitarios que utiliza filtrado colaborativo (algoritmo *K-means*); dicho sistema asume que los usuarios con características y comportamientos similares tendrán preferencias similares; por lo cual, clasifica los estudiantes según su rendimiento académico y da consejos en función de sus similitudes con los grupos [42]. Mientras que Ikbal, et al. [43], proponen y describen un sistema de predicción de riesgos desarrollado para realizar una predicción temprana de los riesgos del rendimiento académico en varios niveles de granularidad. La estimación realizada potencializa la intervención del profesor para la aplicación de futuras tutorías efectivas para los estudiantes. Dicha propuesta, plantea explorar variaciones en la probabilidad de riesgo a lo largo del tiempo, con el fin de obtener conocimientos sobre las estrategias de intervención. Ambos aportes están enfocados al rendimiento académico del estudiante y proponen el desarrollo de herramientas que permitan su análisis.

La aplicación de técnicas orientadas a la Ciencia de Datos permitieron analizar el rendimiento académico de los estudiantes de educación superior y convertirlo en un recurso para mejorar la calidad educativa; por lo que, en el 2018, Patil, et al. [44], implementan un sistema para ayudar a los institutos educativos a preconfigurar el desempeño académico de sus estudiantes, para ello utilizan técnicas de minerías de datos bajo clasificación; el proyecto se sitúa en establecer herramientas de apoyo a las instituciones educativas basadas en conjuntos de datos que comprenden la información de los estudiantes, calificaciones y clasificación en los exámenes de ingreso, y, resultados de clases anteriores.

En los últimos años la producción científica enfocada al análisis del rendimiento académico ha tenido su mayor auge, la variedad de herramientas que proporcionan las disciplinas que integran la ciencia de datos ha permitido una mayor versatilidad en su uso; diversas literaturas implementan el uso de la inteligencia de negocios [45], la minería de datos [46], aprendizaje automático [47] y el Big data [48], como soluciones para el análisis del rendimiento académico de los estudiantes de Educación Superior. Esta línea de tiempo del rendimiento académico en la informática se muestra en la Ilustración 3.

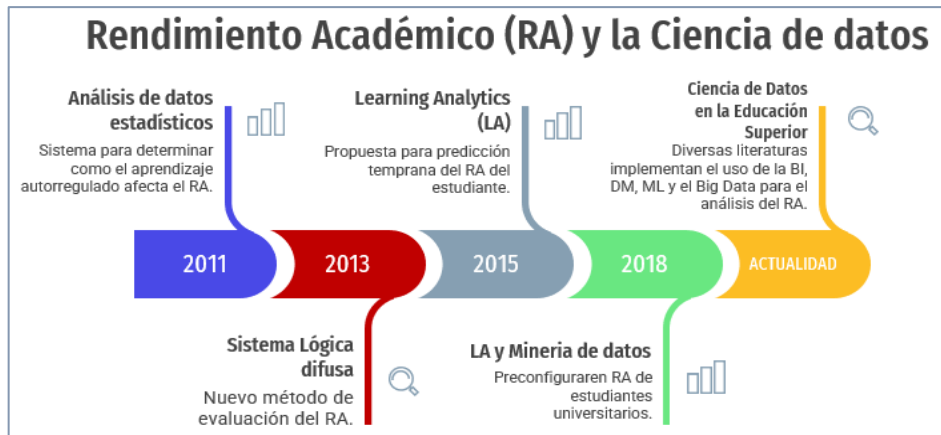


Ilustración 3 Línea de tiempo del rendimiento académico en la informática

1.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES Y REFERENCIALES

En el desarrollo de los antecedentes conceptuales se detallará claramente las variables de investigación, por un lado, el Sistema Soporte de Decisión como eje central, destacando su historia, el termino conceptual y características, por otra parte, los indicadores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

1.2.1. Ciencia de datos

La Ciencia de Datos es una disciplina que se encarga del estudio de grandes volúmenes de datos mediante el desarrollo de algoritmos. Para ello combina diferentes áreas; sin embargo, se basa principalmente en la informática y el análisis estadístico con el objetivo de generar conocimiento a partir de los diferentes tipos de fuentes que se puedan utilizar para el efecto [49]. A continuación, en la Ilustración 4 se resumen los hitos más representativos de la evolución de la Ciencia de Datos [50].

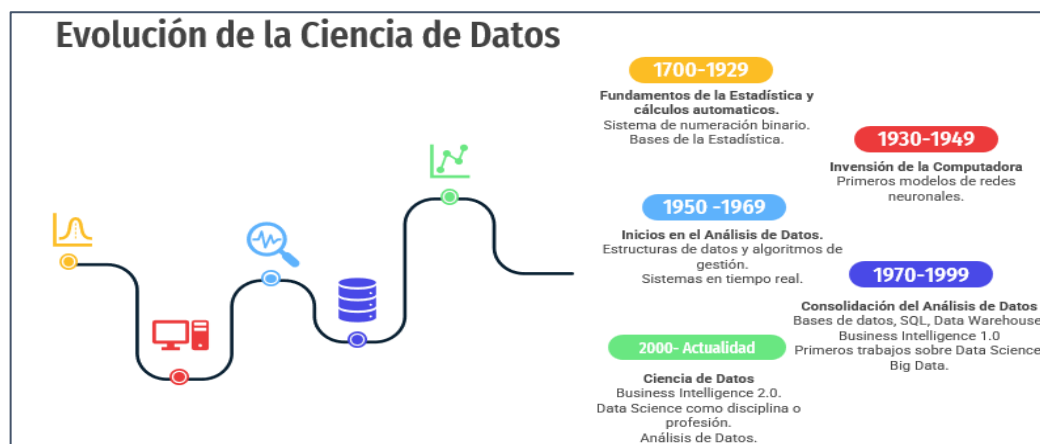


Ilustración 4 Evolución de la ciencia de datos

La Ciencia de Datos consiste en la aplicación de una variedad de métodos, técnicas y algoritmos y sistemas, entre los que se incluyen, estadísticas, inteligencia artificial (IA), Machine Learning, entre otras; con la finalidad de construir patrones que permitan obtener valor útil para la toma de decisiones. Dichos procesos involucran la integración y el análisis de datos de distintas fuentes en diferentes formatos.

1.2.1.1. Análisis de datos

El proceso de transformación de los datos en información y conocimiento utiliza la cadena de conversión mediante la cual se determina la forma en que los datos se convierten en decisiones. El proceso de transformación inicia con una abstracción de los datos del mundo real, para posterior encontrar relaciones y generar información; el análisis de la información permite descubrir patrones útiles (conocimiento), que al ser presentados de manera oportuna y con la experiencia necesaria, puede aprovecharse para actuar con sabiduría y tomar las decisiones más acertadas en beneficio de la organización, a continuación, en la Ilustración 5, en forma resumen se explica la jerarquía del conocimiento desde un dato hasta su conversión en decisiones [51].

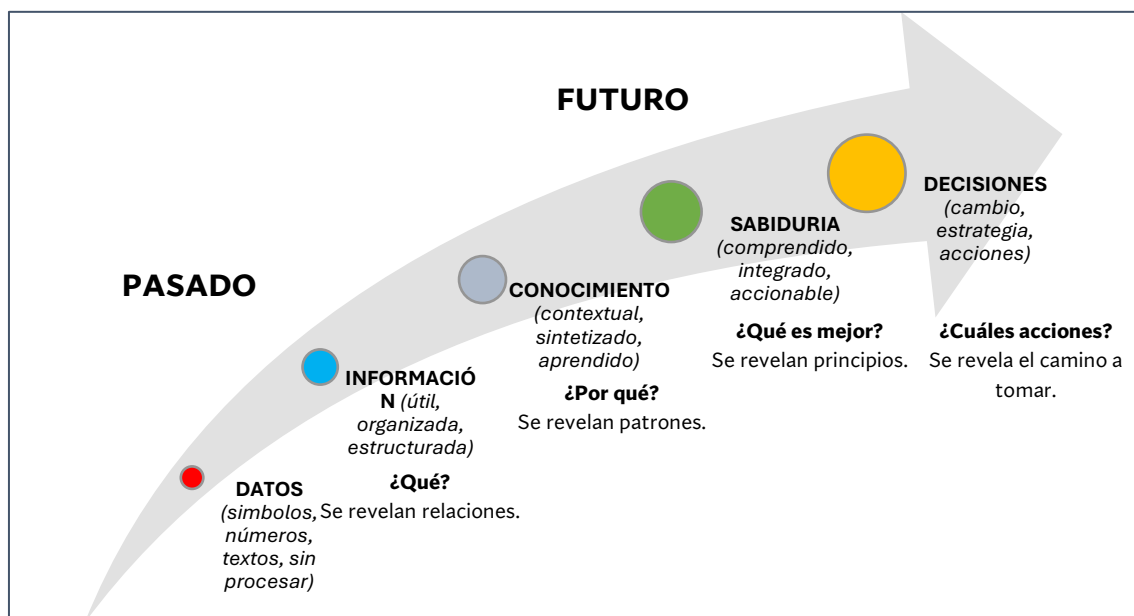


Ilustración 5 Pirámide del conocimiento

El análisis de datos es utilizado para determinar patrones significativos a fin de generar conocimiento a partir de la información. Se encarga de examinar un conjunto de datos con el objetivo de apoyar en el proceso de toma de decisiones y se clasifica en: análisis

descriptivo y exploratorio, análisis diagnóstico, análisis predictivo y análisis prescriptivo; los cuales se describen en la **Tabla 1**, basada en [51].

Tabla 1. Tipos de análisis de datos

TIPO DE ANÁLISIS	PREGUNTAS	CAMPO ESPECIFICO	TÉCNICAS
Análisis descriptivo y exploratorio	Relacionadas con el negocio: ¿Qué pasó? ¿Qué ocurrió? ¿Qué está sucediendo? ¿Cuándo? ¿Dónde?	Se ocupan de modelar comportamientos pasados o presentes.	Reportes y consultas mediante lenguaje estructurado (SQL).
Análisis Diagnóstico	¿Por qué está sucediendo algo en el negocio?	-Descriptivo, exploratorio y apoyo a la decisión. -Inteligencia de Negocios. -Minería de datos descriptiva. -Análisis situacional. -Causa y efecto	Análisis OLAP con distintos niveles de detalle, Monitoreo automático y alertas; Tableros de control y cuadros de mando; Clustering o segmentación.
Análisis Predictivo	¿Qué información que se desconoce? ¿Qué es lo más probable que ocurra a futuro? ¿Cuáles son las tendencias?	-Predictivo y apoyo a la decisión. -Minería de datos predictiva. -Modelos de análisis de tendencias. -Análisis de datos no estructurados.	Aprendizaje de máquina, aprendizaje profundo, métodos bayesianos, regresión lineal y no lineal, árboles de decisión, redes neuronales.
Análisis Prescriptivo	¿Qué se necesita hacer a futuro? ¿Cuál es la mejor opción de decisión? ¿Qué acciones tomar? ¿Cómo actuar?	-Previsión, recomendación. -Automatización de la decisión. -Formulación de estrategias. -Sistemas de recomendación.	Simulación de eventos discretos, modelos de optimización, programación Lineal y no lineal, simulación de Monte Carlo, modelos estocásticos con incertidumbre, otras técnicas.

1.2.1.2. Inteligencia de negocios

La inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés), se define como el conjunto de acciones, estrategias y herramientas encaminadas a la creación de conocimiento mediante el análisis de datos para la toma de decisiones [52].

Implementar soluciones BI permite tener un soporte en la toma de decisiones a nivel interno y/o externo, y, los procesos automatizados que se derivan de esta ciencia se sustentan en estrategias que permiten seguir un conjunto de acciones que la institución puede emprender a partir del tipo de sistemas de información que se utilice.



Ilustración 6 Sistemas de información

Laudon & Laudon [53], definen a los Sistemas de Información, como “(...) *un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan, procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar los procesos de toma de decisiones y de control en una organización*”. En ese sentido, ilustra los niveles de una organización y los tipos de sistemas de información, conforme se determina en la Ilustración 6.

El nivel táctico coordina, planifica, dirige y controla las actividades que se desarrollan en el nivel inferior u operativo, por ende, realiza la toma de decisiones con afectación a un sector, área o departamento específico. Este nivel incluye los sistemas de información de mandos medios como: los Sistemas de Soporte de Decisiones (DSS) y los Sistema de Información Gerencial (MIS), los cuales generan información consolidada a partir de datos crudos.

1.2.2. Sistemas de soporte de decisión

Los DSS son sistemas de información que tienen como propósito el mejorar la toma de decisiones mediante el análisis de datos. En 1980, Sprague diferencia a los DSS de los sistemas de información de gestión (MIS) y los define como un sistema interactivo enfocado en una decisión a un nivel superior en la organización [54]. De la misma manera Simon define a los DSS como “(...) *una clase de sistema de información que se basa en los sistemas de procesamiento de transacciones e interactúa con las otras partes del*

sistema de información general para respaldar las actividades de toma de decisiones de los gerentes y otros trabajadores del conocimiento en organizaciones” [55].

Bajo estas consideraciones, se determinó que un DSS es un sistema automatizado que puede interactuar con los tomadores de decisiones para ayudarlos a resolver problemas de semiestructura y problemas no estructurados generando información inmediata.

1.2.2.2. Fases del proceso de toma de decisiones

Según Simon, un DSS está compuesto de cuatro fases principales [56], las cuales se muestra en la Ilustración 7.

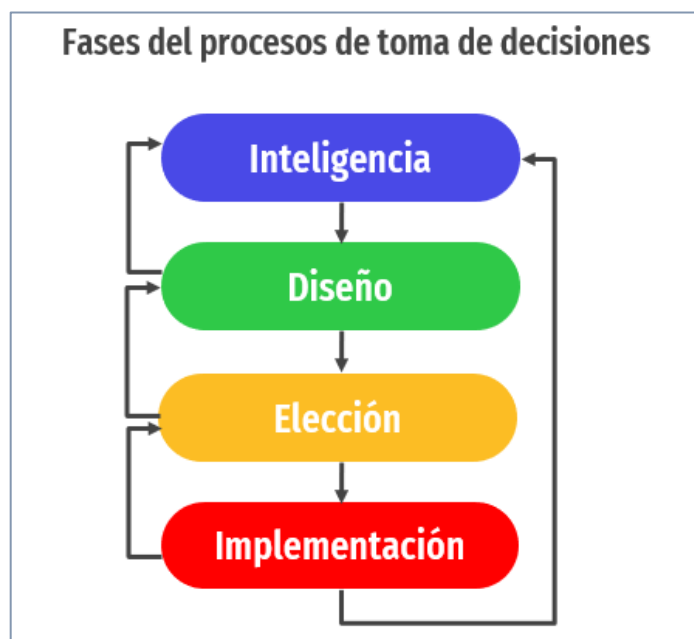


Ilustración 7 Fases del proceso de toma de decisiones propuesta por Simon

La primera fase identifica los objetivos organizacionales y objetivos relacionados con un problema, a esta fase la denomina Inteligencia. La segunda fase es el diseño, lo cual comprende el desarrollo, prueba y validación de un modelo de toma de decisiones. La tercera es la fase de elección, mediante la cual se instituye procesos de búsqueda, evaluación y recomendación de una solución del problema. La última fase es la implementación, que consiste en poner en acción la solución seleccionada para resolver el problema.

1.2.2.3. Clasificación

Un DSS puede permitir el acceso a múltiples usuarios para utilizar la capacidad de toma de decisiones a usuarios individuales/independientes que acceden al sistema para

funciones específicas de toma de decisiones. Acorde a las publicaciones realizadas por varios autores, se clasifican los DSS, sobre la base de las funcionalidades[57], en la **Tabla 2:**

Tabla 2. Clasificación de los DSS

TIPO	DESCRIPCIÓN
Impulsado por modelos	Enfatiza el acceso y la manipulación de un modelo, por ejemplo: estadístico, financiero, optimización y/ o simulación; utilizan datos y parámetros, pero no suelen ser intensivos en datos.
Impulsado por documentos	Integra una variedad de tecnologías de almacenamiento y procesamiento para una recuperación y análisis de documentos completos; los documentos pueden contener números, texto y multimedia.
Impulsado por el conocimiento	Son sistemas interactivos con experiencia especializada en resolución de problemas que consisten en conocimiento sobre un dominio particular, comprensión de problemas dentro de ese dominio y "habilidad" para resolver algunos de estos problemas.
Impulsado por modelos de comunicación	Facilita la colaboración y la comunicación.
Impulsado por datos	Enfatizan el acceso y la manipulación de datos internos de la empresa y, a veces, datos externos, y pueden basarse, de bajo a alto nivel, primero en sistemas de archivos simples con herramientas de consulta y recuperación, luego en almacenes de datos y, finalmente, en procesamiento analítico en línea (OLAP) o herramientas de minería de datos. Utiliza tecnologías de redes y comunicaciones.

1.2.2.4. Arquitectura de un DSS

La arquitectura de los sistemas de soporte de decisión se puede describir como un marco genérico que identifica los componentes esenciales entre los diferentes tipos de DSS, el cual permite determinar una perspectiva inicial para comprender la complejidad de su diseño [58] . Diversos trabajos describen la construcción de un DSS en términos de cuatro componentes principales: interfaz de usuario, base de datos, modelos y herramientas analíticas, y, capacidades de red y comunicación [59].

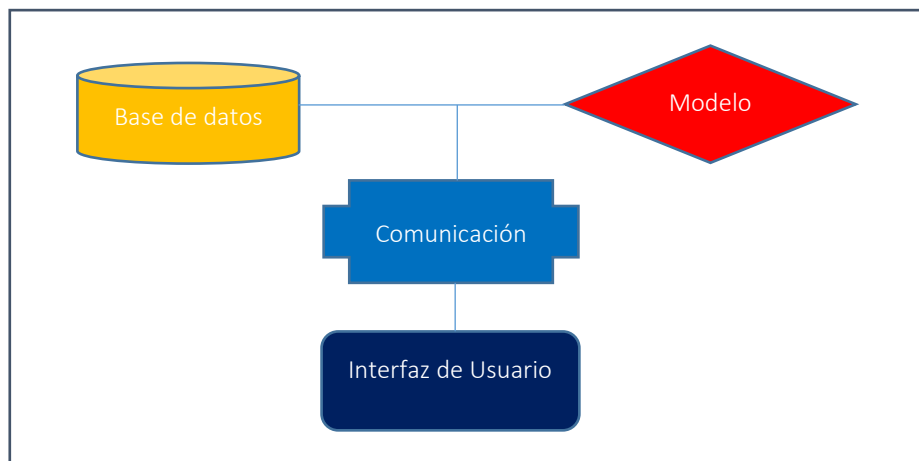


Ilustración 8 Componentes de un DSS

Los componentes que se mencionan en la Ilustración 8, se pueden etiquetar colectivamente como la arquitectura general de un DSS, dado que contribuye en el diseño e implementación de este. La base de datos de DSS, es una colección de datos organizados para un fácil acceso y análisis, estos comúnmente se denominan almacenes de datos o data warehouse, los mismos que agrupan varios data marts. El componente denominado modelo establece las directrices del giro del negocio; y, los componentes de red hacen referencia a la organización del hardware, distribución del software y los datos en el sistema, y, la integración y conexión de los componentes que conformar un DSS. En lo que respecta a la interfaz de usuario, comprende los reportes, herramientas, informes y paquetes de desarrollo de front-end [59].

1.2.3. Indicadores del rendimiento académico

Los aportes realizados por varios investigadores han generado un concepto multifactorial del rendimiento académico que no solo considera una medida (calificaciones), sino que engloba los efectos que influyen en la formación del estudiante en el ámbito institucional, pedagógico, sociodemográfico, psicológico, sociológico y psicosocial [7] [60].

En investigaciones realizadas por Graetz, determinan que el estatus socioeconómico de los padres de los estudiantes tiene un gran impacto en el rendimiento académico y este ha sido la principal fuente de desequilibrio educativo entre los estudiantes y el éxito académico. Así mismo, Considine y Zappala [61], en su estudio sobre la influencia de las desventajas sociales y económicas en el rendimiento académico, notaron que los padres o tutores que tienen ventajas sociales, educativas y económicas definitivamente fortalecen el nivel de éxito de sus hijos.

La Comisión de Educación Superior de Filipinas (CHED, por sus siglas en Inglés) ha identificado algunos de los factores que influyen en el rendimiento académico de estudiantes en la Educación Superior; entre dichos factores se encuentran maestros no calificados y mal capacitados, instalaciones inadecuadas y materiales de instrucción en mal estado, la participación de los padres (incluidas las actividades en el hogar y en la escuela y las actitudes positivas que tienen los padres hacia la educación), entre otros. Además, en el trabajo [62], se menciona que los factores no escolares como: la pobreza, el bajo nivel educativo, el analfabetismo de los padres, la mala salud y nutrición también influyen en el rendimiento académico de los estudiantes.

Mays [63], determina la importancia de contar con maestros calificados en el campo de la enseñanza, en vista que, el éxito del programa de estudio está condicionado por la habilidad del maestro para enseñar. Por lo tanto, este factor condiciona toda la estructura, dado que su nivel de impacto influye en la implementación, selección, preparación y supervisión de la educación.

Las habilidades de pensamiento afectan principalmente las facultades de aprendizaje de los estudiantes. Esta investigación se realizó en estudiantes universitarios de una IES pública. Para determinar los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, se ha considerado los parámetros establecidos por el Departamento de Bienestar Politécnico, dependencia encargada de ejecutar servicios, programas y actividades orientados a garantizar una mejor calidad de vida, el desarrollo físico, psicoafectivo, espiritual, social y cultural de los estudiantes de la IES en mención.

1.2.4. Calidad del producto de software

La calidad del software se determina en base al grado de satisfacción de necesidades que un producto genere en los usuarios [64]. Basado en este concepto, la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en Inglés) otorga ciertas especificaciones mediante la norma ISO/IEC 25000, con el objetivo de crear un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software. Dicha norma está compuesta por cinco divisiones [65], tal como se muestra en la Ilustración 9.

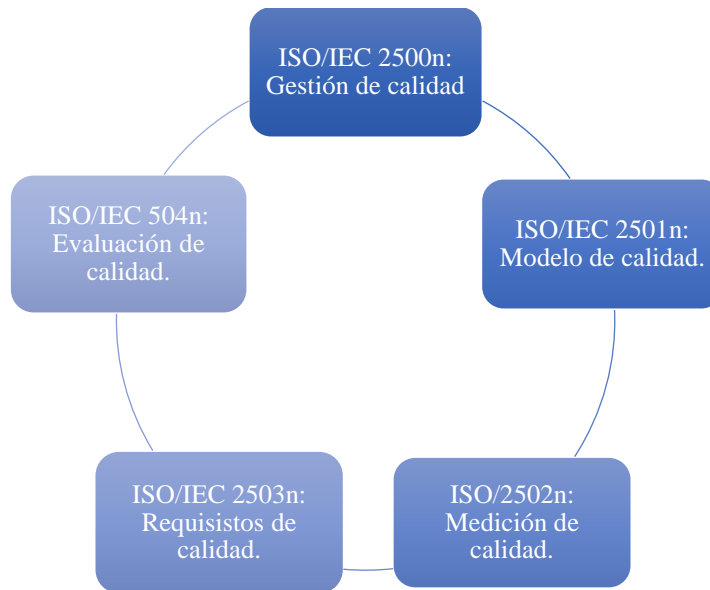


Ilustración 9 División de la norma ISO/IEC 2500n

La división que corresponde al modelo de calidad, norma ISO/IEC 2501n, presentan modelos de calidad detallados que incluyen características para calidad interna, externa y en uso del producto software y encuentra formada por:

- ISO/IEC 25010, la cual describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso.
- ISO/IEC 25012, encargada de definir un modelo general para la calidad de los datos.

1.2.5. ISO/IEC 25010

Es un modelo de calidad que representa la base fundamental para la evaluación de la calidad del producto. En esta norma se especifica las características de calidad a ser evaluadas en un producto software determinado [65]. Este modelo definido por la ISO/IEC 25010 se encuentra compuesto por las ocho características, las cuales se describen a continuación en la Ilustración 10:

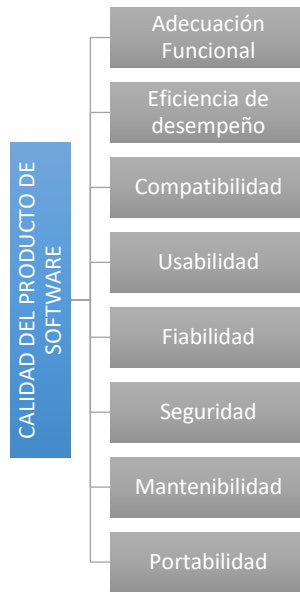


Ilustración 10 Modelo de calidad definido por la ISO/IEC 25010

1.2.5.1. Eficiencia de desempeño

Esta característica representa el desempeño del sistema acorde a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones [65]. Esta característica se subdivide en las subcaracterísticas descritas en la Ilustración 11:

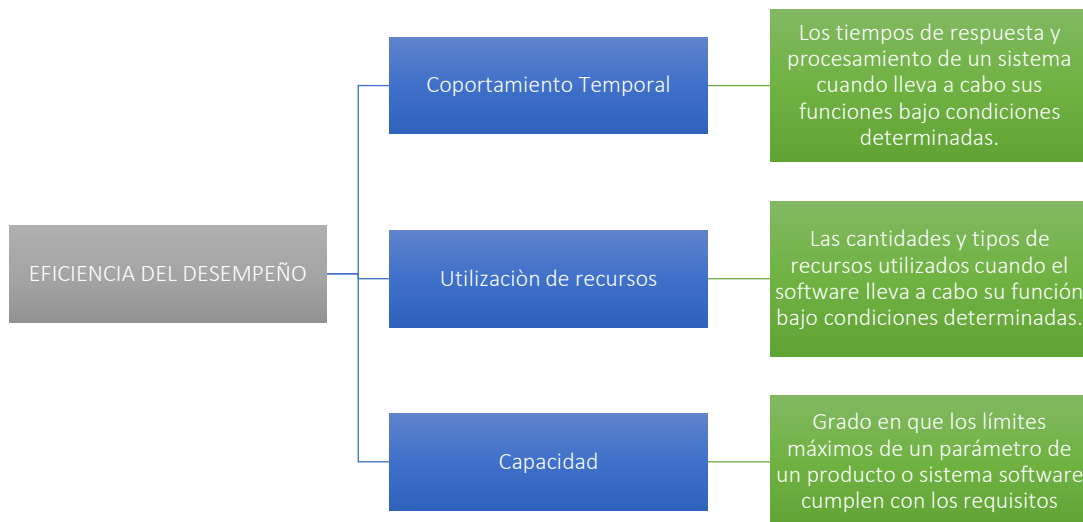


Ilustración 11 Subcaracterísticas de la eficiencia de desempeño

1.3. ANTECEDENTES CONTEXTUALES

El presente trabajo se desarrolló en una Institución de Educación Superior Pública, ubicada en la ciudad de Riobamba, en el centro del Ecuador. Dicha Institución busca cumplir con los principios de excelencia en academia, investigación y vinculación [66]; por tal razón, ha considerado optimizar el tiempo de obtención y generación de reportes

consolidados que permitan apoyar en la toma de decisiones sobre el rendimiento académico de los estudiantes.

Actualmente, los reportes obtenidos por la Institución evidencian como promedio institucional de la tasa de retención (índice de permanencia), es 0.58, lo que significa que del 100% de estudiantes admitidos por primera vez a la carrera al periodo ordinario el 58 % permanece [67], y, en lo que respecta a la tasa de titulación (culminación de estudios), el promedio institucional es de 0.22, lo que significa que del 100% de estudiantes que iniciaron la carrera en una misma cohorte el 22% se gradúa.

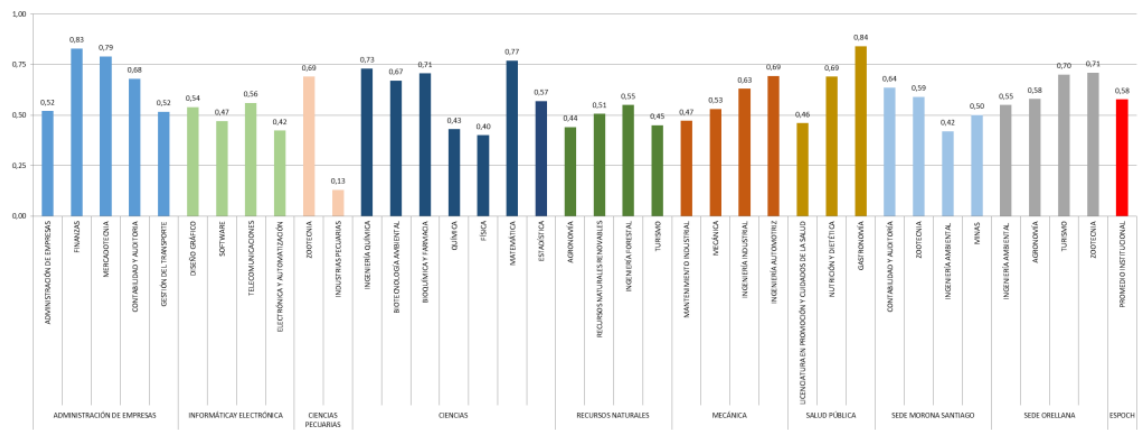


Ilustración 12 Tasa de retención institucional, año 2020

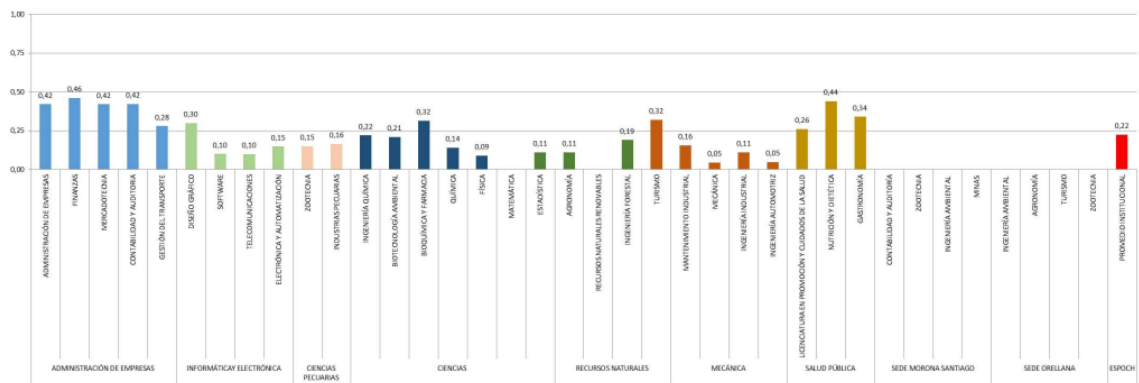


Ilustración 13 Tasa de titulación, año 2020

Tomando en consideración los parámetros establecidos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, la Tasa de Retención de la Institución es considerada como poca satisfactoria y casi satisfactorio (Ilustración 12); y la Tasa de Titulación (Ilustración 13) entre deficiente y poco satisfactorio [67].

La implementación de un DSS permitirá optimizar los tiempos y recursos en la generación de informes consolidados para analizar el rendimiento académico de los Estudiantes de dicha Institución, y, apoyar en la toma de decisiones oportunas que permitan mejorar indicadores como la tasa de retención y titulación.

1.3.1. Propuesta de solución y contribuciones

La propuesta de solución está orientada a la implementación de un DSS que permita optimizar el tiempo y el recurso humano en la generación de informes consolidados; considerando los factores institucionales, pedagógicos, sociodemográficos, psicológicos, sociológicos y psicosociales determinados por el Departamento de Bienestar Estudiantil de la Institución de estudio para el análisis del rendimiento académico de los estudiantes.

Se espera que dichos resultados ayuden en la toma de decisiones oportunas para mejorar indicadores de rendimiento académico o establecer técnicas pedagógicas acompañadas de metodológicas didácticas centradas en el estudiante y en el proceso de enseñanza aprendizaje.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1.TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio, según su forma [68], se considera como aplicado, dado que se apoya en los conocimientos generados en la investigación básica a fin de desarrollar procedimientos y técnicas que optimicen el comportamiento temporal y la utilización del recurso humano en la generación de informes consolidados que apoyen al análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública. Además, los resultados de este tipo de estudio generan impactos que retroalimentan la producción de la Ciencia de Datos, ya que evidencian la practicidad de los mismos.

Según su metódica [68], es una investigación tecnológica, dado que busca es implementar un sistema de soporte de decisiones (DSS) con estilo dashboard, mediante técnicas de Ciencias de Datos aplicadas en el análisis de indicadores asociados al rendimiento académico de estudiantes de una IES pública. Para ello, se busca medir el grado de correlación existente entre los factores institucionales, pedagógicos, sociodemográficos, psicológicos, sociológicos y psicosociales; con el rendimiento académico de estudiantes universitarios de una IES pública mediante la utilización de un coeficiente de correlación.

2.2.PARADIGMA

Atendiendo a la naturaleza del objeto de estudio y el objetivo trazado, el paradigma de la presente investigación tiene un enfoque positivista. Según Rafael, et al. [69] este paradigma se caracteriza por la verificación de proposiciones generales a través de la observación empírica y el experimento en muestras desde una aproximación cuantitativa, con el objetivo de fomentar leyes a modo de explicación de los procesos. De esta forma, la investigación muestra relaciones causales para explicar los fenómenos [70].

En base a lo expuesto, el paradigma adoptado influye en el modo de comprender y hacer la tecnología, dado que, la presente investigación implementa un mecanismo automatizado (DSS) a fin de determinar si este permite optimizar el tiempo y talento humano en la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública, para ello, se incluyen parámetros de medición sobre las variables expuestas las cuales por medio de un procedimiento estadístico establecen la validez o no de la hipótesis planteada.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población para la presente investigación corresponde al personal administrativo y académico que se encuentra involucrado en la toma de decisiones de la Institución de Estudio. Esta población contempla a las autoridades Institucionales como lo son: Rector, Vicerrectores, Decanos, Subdecanos, Coordinadores de Carrera, Coordinadores de Sede, director de Evaluación y Aseguramiento de la Calidad, director de Desarrollo Académico, director de Bienestar Estudiantil, personal de apoyo en los procesos académicos; las cuales contemplan un total de 95 personas.

Al ser una población que se determina en base a la cantidad de personas tomadores de decisión, del cual su número es conocido, se considera que la población es finita; por esta razón, se elabora el cálculo del tamaño muestral para una población finita conocida, con un nivel de confianza del 95% y un error admisible del 5%.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Ilustración 14 Cálculo de la muestra

Aplicando la fórmula para el cálculo del tamaño de la población finita, Ilustración 14, se determina el número de muestras a obtener es 77, por lo cual, represente el número de personas que se aplicará la encuesta dentro de la población.

2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización y conceptualización de variables se presentan en las **Tablas 3 y 4**.

Variable Independiente: Sistema de Soporte de Decisión.

Tabla 3. Operalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	MÉTRICAS
Es la herramienta por implementar para apoyar en la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento académico de estudiantes de la IES pública de estudio.	- Modelo de Calidad definido por la ISO/IEC 25010.

Variable dependiente: Los recursos que se utilizan en la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento académico de los estudiantes.

Tabla 4. Operalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	MÉTRICAS
Son los valores que representa la cantidad de recursos utilizados en la generación de información necesaria para la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento académico de los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> a) Comportamiento Temporal (El tiempo). b) Utilización de recursos (Talento Humano). c) Factores que están correlacionados o influyen en el rendimiento académico de estudiantes.

2.5.MÉTODOS TEÓRICOS

Los métodos teóricos permiten descubrir las relaciones principales del objeto de la investigación que no son directamente observables, posibilitando así la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados, la construcción y desarrollo de teorías, facilitando la comprensión del hecho estudiado con la creación de condiciones para su caracterización [71].

En este contexto, se presenta la identificación de los métodos: analítico – sintético e hipotético - deductivo; los mismos que se describen a continuación:

Método analítico - sintético

Este método se fundamenta en el análisis, para ello separa aquello que estudia y observar sus causas, naturaleza y efecto, a fin de lograr la comprensión cabal del mismo [72]. El presente estudio analiza las necesidades de la IES con respecto a la toma de decisiones del rendimiento académico y las sintetiza en un software.

Método hipotético - deductivo

Este método estructura razonamiento mediante las conclusiones o resultados generales de estudios previos y deriva una hipótesis a fin de contrastarlas para su aprobación o rechazo. [73].En ese sentido, en base a los principios del conocimiento teóricos descritos, se establece como hipótesis que la implementación de un DSS optimiza el tiempo y la utilización del recurso humano en la generación de informes consolidados que apoyen al análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública;

a partir de ello, se deducen nuevas conclusiones y predicciones empíricas que serán sometidas a validación.

2.6.MÉTODOS EMPÍRICOS

Los métodos empíricos pretenden obtener conocimiento a partir del uso de los sentidos tanto de la observación o manipulación física de los hechos. Estos métodos se basan en la experiencia para contribuir al desarrollo de la investigación [74].

Según Rojas, et al. los métodos empíricos a utilizar en la investigación científica se determinan acorde a la naturaleza del objeto de investigación y su relación con el problema científico, el objetivo de la investigación, las tareas científicas y la operacionalización de las variables; en ese sentido, los métodos empíricos requieren instrumentos o técnicas en las cuales se concretan los indicadores de las variables a investigar [75].

En esta investigación se aplicaron la entrevista estructurada y la encuesta. Según Fontaines, la entrevista es un dialogo con las personas involucradas para la obtención de información [68]. Bajo este concepto, se aplicó en autoridades académicas, personal del Vicerrectorado Académico, personal de apoyo en el proceso de evaluación, personal del departamento de bienestar estudiantil, colaboradores del Departamento de Desarrollo Académico, administradores de la información; con la finalidad de realizar el levantamiento y análisis de requerimientos, el acopio de las necesidades de información, elaboración de las preguntas de negocio, establecimiento de los indicadores claves de desempeño y perspectivas.

Por otra parte, la encuesta permite captar información de los sujetos que se requiera para el estudio y posteriormente analizarla estadísticamente [68], por tal razón, se empleo en la población objetivo para evaluar el comportamiento temporal y la utilización de recursos mediante la herramienta implementada para la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública.

2.7.TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Para el análisis de los datos estadísticos se utilizan medidas de tendencia central representadas mediante gráficos de barras, pastel, análisis correlacional, entre otros; a fin de caracterizar el comportamiento de las variables para obtener resultados concluyentes.

Además, con la finalidad de determinar si se acepta o se rechaza la hipótesis planteada, se utilizará la estadística inferencial.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS: PROPUESTA METODOLÓGICA DE DESARROLLO DE UN DSS PARA EL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

El presente capítulo describe la fundamentación del aporte práctico y su elaboración, así como los productos generados que cumplen con los objetivos del proyecto de investigación planteado.

3.1. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS BI

Existen varias metodologías que proponen un ciclo de vida para crear soluciones BI. Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó las metodologías de Hefesto [76] y Kimball [77], de las cuales se detalla sus actividades en la **Tabla 5** [78]:

Tabla 5. Metodologías BI

	FASES	ACTIVIDADES	AUTOR
HEFESTO	Análisis de Requerimientos	Identificar preguntas de negocio, indicadores y perspectivas, diseñar modelo conceptual del DW	Ricardo Darío Bernabeu
	Análisis del Data Source	Determinar los hechos e indicadores, realizar el mapeo, establecer la granularidad, realizar el modelo conceptual ampliado.	
	Modelo Lógico del Data Warehouse	Diseñar modelo lógico, diseñar tablas de dimensiones y tablas de hechos, realizar uniones en las tablas.	
	Integración de datos	Carga inicial de datos utilizando técnicas de limpieza y calidad de datos, proceso ETL, definir reglas y políticas para su respectiva actualización.	
KIMBALL	Planificación del proyecto	Definir el alcance de los requerimientos del negocio, determinar riesgos, establecer y programar tareas, planificar el uso de los recursos y asignar carga de trabajo, elaboración del plan del proyecto.	Ralph Kimball
	Definición de requisitos del negocio	Especificaciones de requisitos, conocer el negocio, proceso de análisis o técnicas de recolección de datos.	
	Modelo Dimensional	Elegir el proceso de negocio, establecer el nivel granularidad, identificar dimensiones, medidas y tablas de hechos, modelo gráfico de alto nivel, implementar el modelo dimensional detallado, revisión y validación del modelo, documentos finales.	
	Diseño físico	Elección de la plataforma hardware y software del DW	
	Diseño del proceso ETL	Extracción, Transformación y Carga	
	Especificaciones y desarrollo de aplicaciones de BI	Realizar informes estadísticos y aplicaciones analíticas.	

Conforme a la naturaleza del proyecto se fusionó las metodologías mencionadas, a fin de determinar las actividades a realizar, las cuales se detallan en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Actividades de las metodologías Bi implementadas en el presente proyecto

	FASES	ACTIVIDADES	AUTOR
HEFESTO	Análisis de Requerimientos	Identificar preguntas de negocio, indicadores y perspectivas, diseñar modelo conceptual del DW	Ricardo Darío Bernabeu
	Análisis del Data Source	Determinar los hechos e indicadores y realizar el mapeo de los Datos del Data Source.	
	Modelo Lógico del Data Warehouse	Diseñar modelo lógico, diseñar tablas de dimensiones y tablas de hechos, realizar uniones en las tablas.	
	Integración de datos	Carga inicial de datos utilizando técnicas de limpieza y calidad de datos, proceso ETL, definir reglas y políticas para su respectiva actualización.	
KIMBALL	Especificaciones y desarrollo de aplicaciones de BI	Realizar informes estadísticos y aplicaciones analíticas.	Ralph Kimball

3.2.ENUNCIADO DEL CASO DE ESTUDIO

La Institución de Educación Superior de estudio se compone de siete facultades que agrupan diferentes especialidades; cada facultad se compone por un número determinado de carreras; cada carrera dicta diferentes asignaturas. Cada asignatura tiene un número determinado de estudiantes matriculados en un periodo académico. La calificación de aprobación para una asignatura se determina de la evaluación acumulativa y la calificación de evaluación final.

La evaluación acumulativa corresponde al 70% (28/40), de la calificación global y se establece en base a los diversos trabajos o evaluaciones que se pudieren realizar dentro de un periodo académico. Esta evaluación se compone de tres parciales (el primero sobre ocho puntos, el segundo y el tercero sobre diez puntos).

La calificación de evaluación final corresponde al 30% (12/40) de la calificación global. Los estudiantes que en la evaluación acumulativa reuniera el 90% o más de la calificación correspondiente, es decir veinte y cinco puntos o más, serán exonerados de rendir la evaluación final y se considerarán aprobados como un estímulo a su rendimiento académico; para lo cual se sumará al valor de la evaluación final, doce puntos.

Si en la suma de las calificaciones de las evaluaciones acumulativa y final, el estudiante no acumulare dieciséis sobre cuarenta puntos, no aprobará la asignatura. Si en la suma de calificaciones de la evaluación acumulativa y la evaluación final, el estudiante acumulare entre dieciséis y veintisiete puntos, podrá presentarse a la evaluación de recuperación

sobre veinte puntos, donde su calificación se sumará al promedio de la suma de la evaluación acumulativa y final.

En lo que respecta a la información de factores sociodemográficos, psicológicos, sociológicos y psicosociales del estudiante; se obtiene mediante una encuesta realizada al iniciar el periodo académico al estudiante, como requisito que debe presentar en la secretaria de cada carrera, al momento de la matrícula en periodos ordinarios. Esta información es administrada por el departamento de Bienestar estudiantil con la finalidad de dar seguimiento a los diversos casos que presentan los estudiantes.

Por otra parte, la información del personal docente es administrada por el Departamento de Talento Humano, para ello se utiliza una aplicación de escritorio en la cual se almacena los datos personales del profesor, así como su historial laboral.

La información de estos tres sistemas se remite al Departamento de Evaluación y Aseguramiento de la Calidad cuando lo requiere. Una vez se receipta esta información, se procede con la validación y cruce de información para su análisis.

Aplicando un proceso metodológico de inteligencia de negocios, se realizó el diseño de un data Waterhouse que satisfaga los requerimientos planteados; luego, el proceso ETL con datos extraídos desde los sistemas transaccionales utilizados por la IES de estudio (Sistema Académico, Sistema de Bienestar, Bases de datos en Excel); y finalmente, la implementación de un dashboard BI con aplicación DSS.

3.3.ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

En esta etapa se identificará los requerimientos de los usuarios a través de preguntas que determinen el objetivo de la organización. Posterior a ello, se identificará los indicadores y perspectivas. Finalmente se diseña un modelo conceptual en donde se visualiza el resultado obtenido de este primer paso.

3.3.1. Identificar preguntas

En esta fase se identifica las necesidades de información clave en el giro del negocio, punto esencial para cumplir con los objetivos y metas propuestas por la organización, dichas preguntas se describen en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Preguntas del negocio

ÁREA	No.	PREGUNTA
PROFESOR	P1	¿Cuál es el número de profesores titulares y no titulares en la Facultad?
	P2	¿Cuál es el número de profesores por categoría en una Facultad?
	P3	¿Cuál es el número de profesores por nivel de formación en una Facultad?
	P4	¿Cuál es el número de profesores por rango de edad en una Facultad?
	P5	¿Cuál es el número de profesores por género en una Facultad?
	P6	¿Cuál es el porcentaje de profesores titulares y no titulares en la Facultad?
	P7	¿Cuál es el porcentaje de profesores por categoría en una Facultad?
	P8	¿Cuál es el porcentaje de profesores por nivel de formación en una Facultad?
	P9	¿Cuál es el porcentaje de profesores por rango de edad en una Facultad?
	P10	¿Cuál es el porcentaje de profesores por género en una Facultad?
ESTUDIANTE	E1	¿Cuál es el número de estudiantes por género y carrera en una facultad?
	E2	¿Cuál es el número de estudiantes por lugar de procedencia del estudiante en una carrera?
	E3	¿Cuál es el número de estudiantes por etnia y carrera en una facultad?
	E4	¿Cuál es el número de estudiantes por estado civil en una carrera?
	E5	¿Cuál es el número de estudiantes de acuerdo con el total de ingresos en el hogar en una carrera?
	E6	¿Cuál es el número de estudiantes de acuerdo con el origen de los recursos de estudio en una carrera?
	E7	¿Cuál es el número de estudiantes de acuerdo con el tipo de vivienda en una carrera?
	E8	¿Cuál es el número de estudiantes de acuerdo con el tipo de hogar en una carrera?
	E9	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes por género en una carrera?
	E10	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes por lugar de procedencia del estudiante en una carrera?
	E11	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes por etnia en una carrera?
	E12	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes por estado civil en una carrera?
	E13	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes de acuerdo con el total de ingresos en el hogar en una carrera?
	E14	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes de acuerdo con el origen de los recursos de estudio en una carrera?
	E15	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes de acuerdo con el tipo de vivienda en una carrera?
	E16	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes de acuerdo con el tipo de hogar en una carrera?
RENDIMIENTO ACADÉMICO	RA1	¿Cuál es el promedio de calificaciones por total de ingresos en el hogar, origen de los recursos de estudios, tipo de vivienda, género, tipo de hogar, asignatura y nivel en una carrera específica?
	RA2	¿Cuáles son las asignaturas con mayor número de estudiantes reprobados por nivel y carrera en un periodo académico?
	RA3	¿Cuál es el número de estudiantes por equivalencia (exonerados, aprobados y reprobados), nivel, asignatura y carrera en un periodo académico?
	RA4	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes que se han retirado de una asignatura por nivel y carrera en un periodo académico?
	RA5	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes reprobados de acuerdo con la categoría y tipo de relación laboral del profesor en una materia carrera y un periodo determinado?
	RA6	¿Cuál es el número de estudiantes por número de matrícula (primera, segunda y tercera) en una carrera, nivel y periodo académico?
	RA7	¿Cuál es el porcentaje de estudiantes por número de matrícula (primera, segunda y tercera) en una carrera, nivel y periodo académico?
	RA8	Factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes

Tabla 7. (Continuación)

ÁREA	No.	PREGUNTA
EGRESAMIENTO Y TITULACIÓN	ET1	¿Cuál es la tasa de titulación de acuerdo con el total de ingresos en el hogar, origen de los recursos de estudios, tipo de vivienda, género y tipo de hogar; en una carrera específica?
	ET2	¿Cuál es el número de estudiantes graduados por carrera de acuerdo con la provincia de procedencia en un año?
	ET3	¿Cuál es el tiempo promedio que un estudiante se titula de una carrera en un periodo determinado?
RETENCIÓN ESTUDIANTIL	RE1	¿Cuál es la tasa de retención por carrera?

3.3.2. Identificar indicadores y perspectivas

Al descomponer las preguntas del negocio se descubre los indicadores a utilizar y las perspectivas de análisis a intervenir, los cuales se mencionan en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Indicadores y perspectivas

ÁREA	No.	INDICADORES (MEDIDAS)	PERSPECTIVAS (DIMENSIONES)	FÓRMULA DE CÁLCULO
PROFESORES	P1 P2 P3 P4 P5	Número de profesores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facultad. ▪ Relación laboral. ▪ Categoría (auxiliar, agregado, principal). ▪ Formación. ▪ Rango de edad. ▪ Género. 	Count(ciprofesor)
	P1 P2 P3 P4 P5	Porcentaje de profesores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facultad. ▪ Relación laboral. ▪ Categoría. ▪ Formación. ▪ Rango de edad. ▪ Género. 	<p>PP: PPER*100/TP</p> <p>PP: Porcentaje de profesores PPER: Número de profesores de una determinada perspectiva. TP: Total de profesores activos</p>
ESTUDIANTES	E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8	Número de estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facultad. ▪ Carrera. ▪ Género. ▪ Lugar de procedencia. ▪ Etnia. ▪ Estado civil. ▪ Total, ingresos en el hogar. ▪ Origen de los recursos de estudio. ▪ Tipo de vivienda. ▪ Tipo de hogar. 	Count(ciestudiante)
	E9 E10 E11 E12 E13 E14 E15 E16	Porcentaje de estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facultad. ▪ Carrera. ▪ Género. ▪ Lugar de procedencia. ▪ Etnia. ▪ Estado civil. ▪ Total, ingresos en el hogar. ▪ Origen de los recursos de estudio. ▪ Tipo de vivienda. ▪ Tipo de hogar. 	<p>PE: EG*100/TP</p> <p>PE: Porcentaje de estudiantes EG: Número de estudiantes de una determinada perspectiva. TP: Total de estudiantes activos</p>

Tabla 8. (Continuación)

ÁREA	No.	INDICADORES (MEDIDAS)	PERSPECTIVAS (DIMENSIONES)	FÓRMULA DE CÁLCULO
RENDIMIENTO ACADÉMICO	RA1	Promedio de calificaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera. ▪ Asignatura. ▪ Nivel. ▪ Genero del estudiante. ▪ Ingresos en el hogar. ▪ Origen de los recursos de estudio. ▪ Tipo de vivienda. ▪ Tipo de hogar. 	<p>PC: Sumatoria (NE)/NEM</p> <p>PC: Promedio de calificaciones NE: Nota del estudiante NEM: Número de estudiantes matriculados</p>
	RA2	Asignaturas reprobadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera. ▪ Periodo. 	MR: count(ciestudiante)
	RA3	Porcentaje de estudiantes por equivalencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel. ▪ Periodo. ▪ Carrera. ▪ Asignatura. 	<p>PE: EG*100/TE</p> <p>PE: Porcentaje de estudiantes EG: Número de estudiantes de una equivalencia. TE: Total de estudiantes matriculados en un periodo académico y nivel.</p>
	RA4	Porcentaje de estudiantes retirados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel. ▪ Carrera. 	<p>PERA: ER*100/TE</p> <p>PERA: Porcentaje de estudiantes retirados de una asignatura ER: Número de estudiantes retirados en una asignatura TE: Total de estudiantes matriculados en una asignatura específica.</p>
	RA5	Porcentaje de estudiantes reprobados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Categoría del profesor. ▪ Tipo de relación laboral de profesor. ▪ Carrera. ▪ Periodo. 	<p>PER: ER*100/TE</p> <p>PER: Porcentaje de estudiantes reprobados ER: Número de estudiantes reprobados por periodo académico TE: Total de estudiantes matriculados en un periodo académico</p>
	RA6	Porcentaje de estudiantes por número de matrícula (primera, segunda, tercera)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera. ▪ Nivel. 	<p>PENM: ENM*100/TE</p> <p>PENM: Porcentaje de estudiantes de acuerdo con el número de matrícula ENM: Número de estudiantes por un número de matrícula determinado. TE: Total de estudiantes matriculados en un periodo académico</p>
	RA7	Cantidad de estudiantes por número de matrícula.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera. ▪ Nivel. 	COUNT (ciestudiante)
	RA8	Factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Periodo. ▪ Facultad. ▪ Carrera. ▪ Nivel. ▪ Materia. 	$r_{xy} = \frac{\sum z_x z_y}{N}$ <p>x: Variable número uno. y: Variable número dos. Zx: Desviación estándar de la variable uno. Zy: Desviación estándar de la variable dos. N: Número de datos.</p>

Tabla 8. (Continuación)

ÁREA	No.	INDICADORES (MEDIDAS)	PERSPECTIVAS (DIMENSIONES)	FÓRMULA DE CÁLCULO
EGRESAMIENTO Y TITULACIÓN	ET1	Tasa de titulación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera ▪ Genero del estudiante ▪ Ingresos en el hogar ▪ Origen de los recursos de estudio ▪ Tipo de vivienda ▪ Tipo de hogar 	TG: $100 * (NEG/NEC)$ TG: Tasa de titulación NEG: Número de estudiantes graduados NEC: Número de estudiantes que ingresaron en un periodo [4].
	ET2	Tiempo promedio de titulación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera 	TPT: Sumatoria (TTE) /NEMT TPT: Tiempo promedio de titulación TTE: Tiempo en días que un estudiante demora en titularse (Fecha final- fecha inicial) NEMT: Número de estudiantes matriculados en titulación
	ET3	Número de estudiantes graduados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lugar de procedencia. ▪ Año ▪ Carrera 	Count(codiguestudiante)
RETENCIÓN ESTUDIANTIL	RE1	Tasa de retención	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrera 	TR: $100 * (NEMA/NTEA)$ TR: Tasa de retención NEMA: Número de estudiantes matriculados en la carrera actual que fueron admitidos dos años antes NTEA: Número total de estudiantes matriculados en la carrera hace dos años [4].

3.3.3. Modelo conceptual

El modelo conceptual permite observar las perspectivas e indicadores obtenidos en los pasos anteriores, además de determinar con claridad el alcance del proyecto. A continuación, se muestra la representación gráfica de los modelos conceptuales resultantes de los datos utilizados.

La Ilustración 15 muestra los indicadores (derecha - color violeta) y perspectivas (izquierda - color celeste) de la relación profesores.

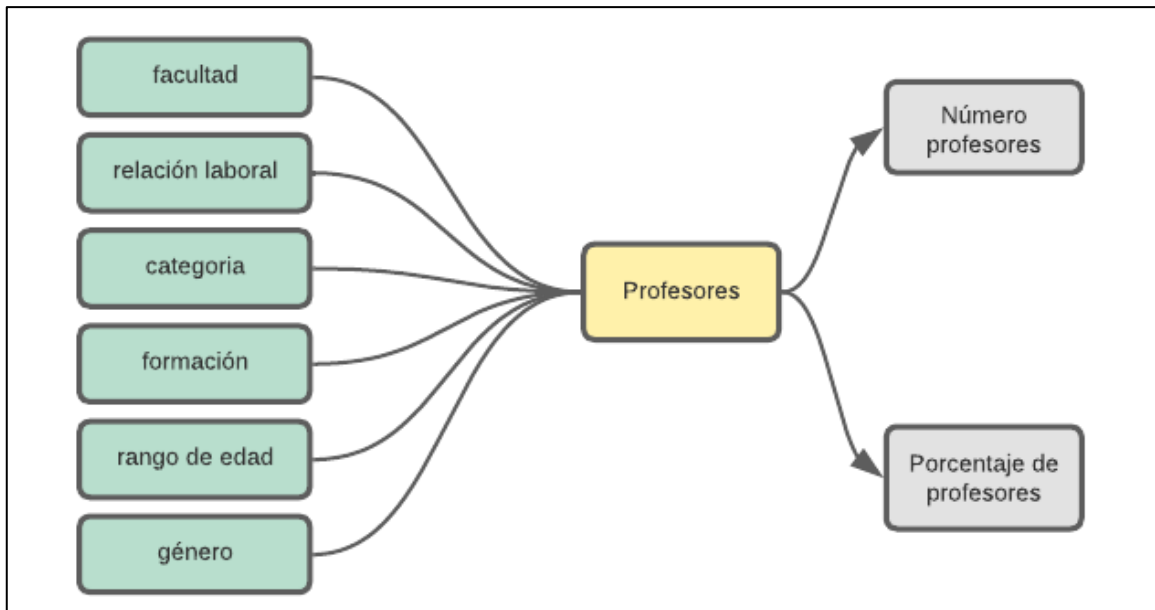


Ilustración 15 Modelo conceptual profesores

La ilustración 16 muestra los indicadores (derecha - color café) y perspectivas (izquierda - color plomo) de la relación estudiantes.

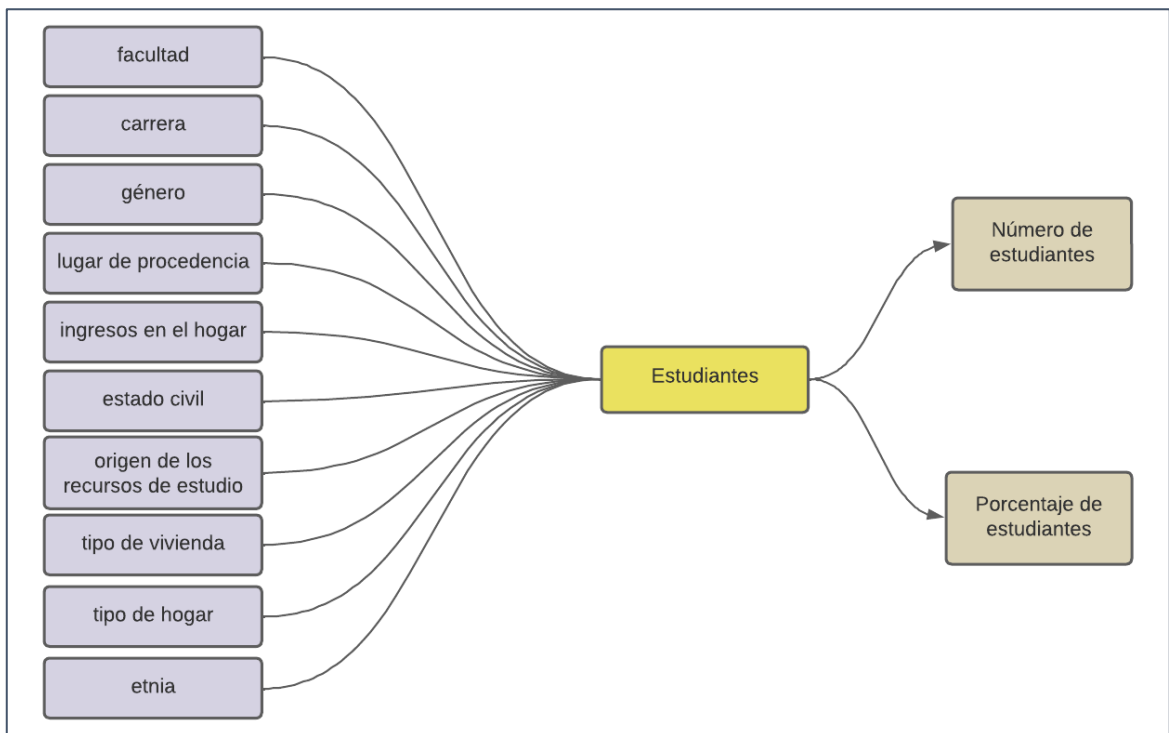


Ilustración 16 Modelo conceptual estudiantes

La ilustración 17 muestra los indicadores (derecha - color verde) y perspectivas (izquierda - color azul) de la relación rendimiento académico.

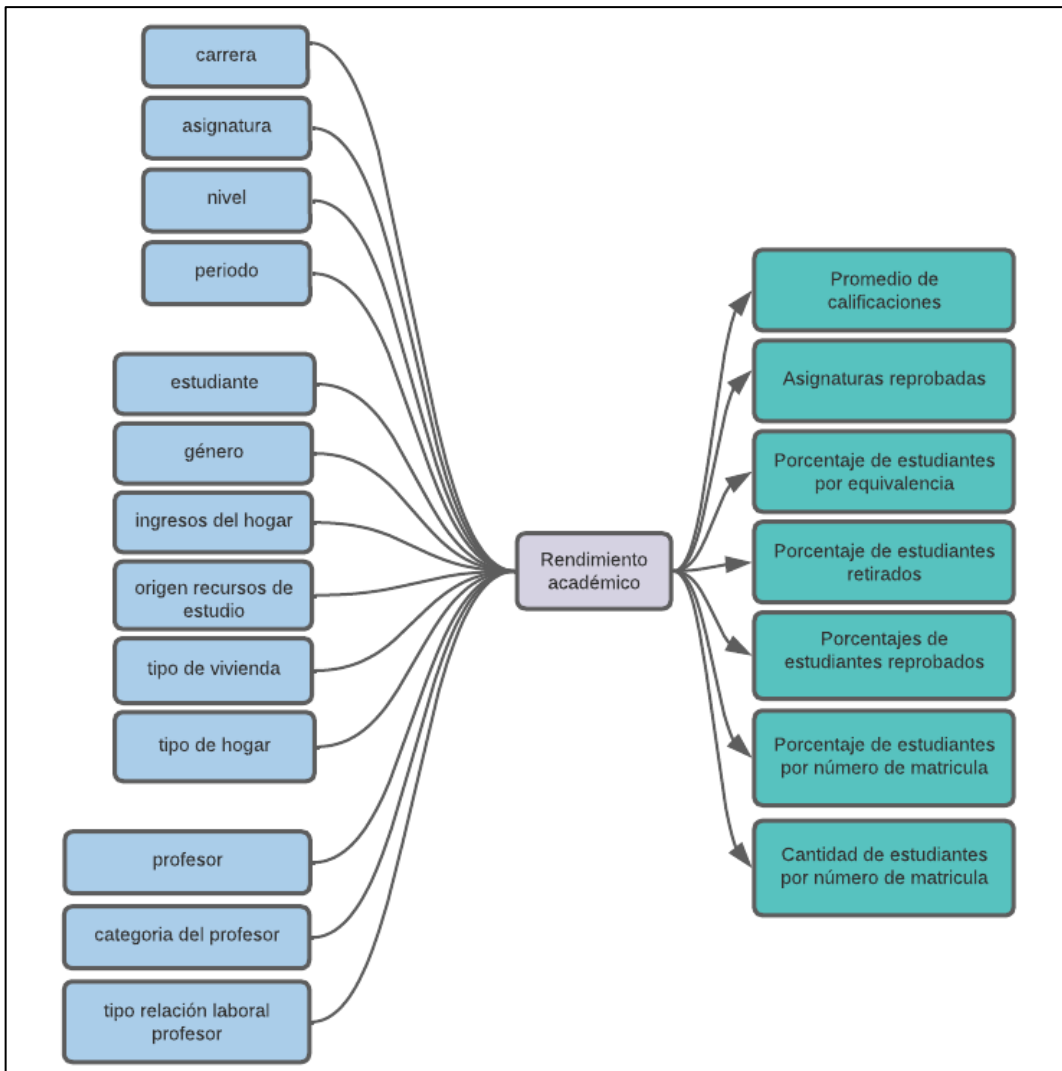


Ilustración 17 Modelo conceptual rendimiento académico

La ilustración 18 muestra los indicadores (derecha - color verde) y perspectivas (izquierda - color azul) de la relación retención estudiantil.

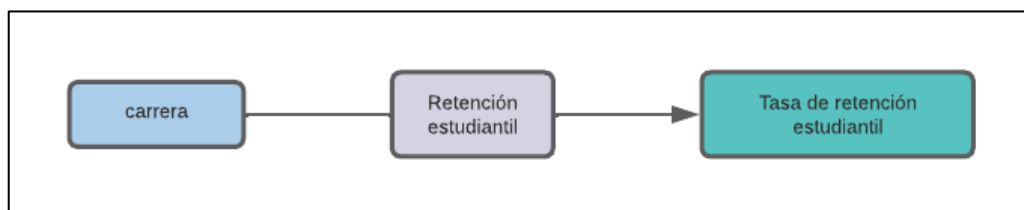


Ilustración 18 Modelo conceptual retención estudiantil

La ilustración 19 muestra los indicadores (derecha - color verde) y perspectivas (izquierda - color azul) de la relación egresamiento y titulación.

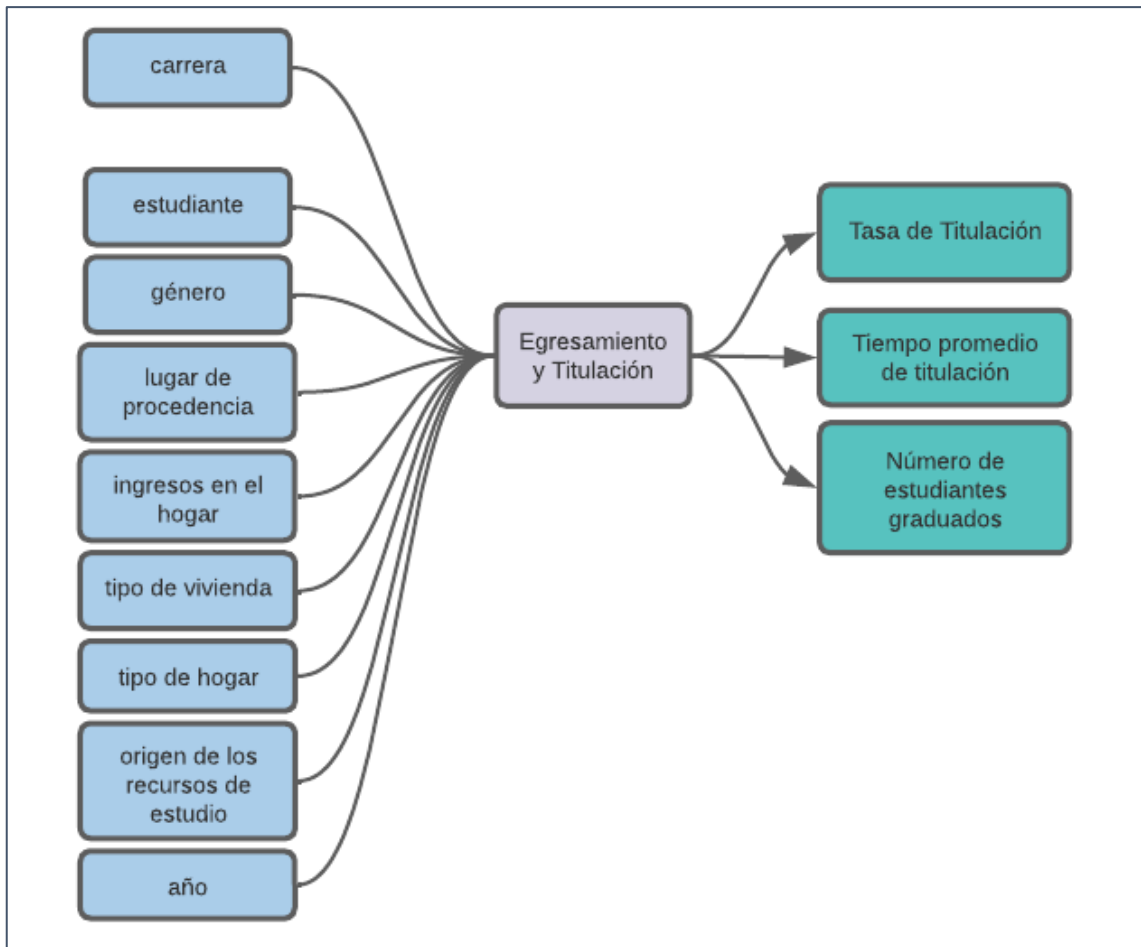


Ilustración 19 Modelo conceptual egresamiento y titulación

3.4. ANÁLISIS DE DATA SOURCE

En esta fase, se analiza el Data Sources para determinar la forma de cálculo de los indicadores y establecer el mapeo entre el Modelo Conceptual. Además, se definirá los campos que se incluirán en cada perspectiva.

3.4.1. Hechos e indicadores

En esta sección, en la **Tabla 9** se explica cómo se calculan los indicadores.

Tabla 9. Hechos e indicadores

ÁREA	INDICADOR	HECHOS	FUNCIÓN DE AGREGACIÓN	ACLARACIÓN
PROFESORES	Número de profesores	Numprofesores	COUNT (ciprofesor)	Determina el número de profesores activos de acuerdo con un criterio en particular.
	Porcentaje de profesores	(número de profesores*100) / (total de profesores activos)	(numprofesores*100) / COUNT (ciprofesor)	Determina el porcentaje de profesores que cumplen un criterio específico en base al total de profesores activos.

Tabla 9. (Continuación)

ÁREA	INDICADOR	HECHOS	FUNCIÓN DE AGREGACIÓN	ACLARACIÓN
ESTUDIANTES	Número de estudiantes	Numestudiantes	COUNT(ciestudiante)	Determina el número de estudiantes activos de acuerdo con un criterio en particular.
	Porcentaje de estudiantes	(número de estudiantes*100)/(total de estudiantes activos)	(numestudiantes*100)/COUNT(ciestudiante)	Determina el porcentaje de estudiantes que cumplen un criterio específico en base al total de estudiantes activos.
RENDIMIENTO ACADÉMICO	Promedio de calificaciones	Calificaciones del estudiante/número de estudiantes matriculados	AVG(notasestudiante) COUNT(ciestudiante) SUM(promedioestudiante) SUM(AVG(notasestudiante))/COUNT(ciestudiante)	Promedio de calificaciones, es el promedio las notas del estudiante obtenidas durante el desarrollo del periodo académico activo sin considerar la evaluación final y de recuperación.
	Asignaturas reprobadas	Asignaturas con mayor número de estudiantes reprobados.	COUNT(ciestudiante) MAX(codmateria)	Determina el top 10 de las materias que los estudiantes reprueban en una carrera.
	Porcentaje de estudiantes por equivalencia (exonerado, aprobado, reprobado)	Número de estudiantes de una equivalencia*100/ Número de estudiantes matriculados	COUNT(ciestudiante) COUNT(ciestudianteequivalencia)	Determina el porcentaje de estudiantes de acuerdo con la equivalencia del último periodo concluido.
	Porcentaje de estudiantes retirados	Número de estudiantes retirados*100/ número de estudiantes matriculados	COUNT(ciestudiante) COUNT(ciestudiante retirados)	Determina el porcentaje de estudiante que se han retirado de una asignatura en el periodo actual.
	Porcentaje de estudiantes reprobados	Número de estudiantes reprobados*100/Número de estudiantes matriculados	COUNT(ciestudiantes) COUNT(ciestudiantesreprobados)	Determina porcentaje de estudiantes reprobados en los 4 últimos periodos de acuerdo con criterios de profesores activos.
	Porcentaje de estudiantes por número de matrícula (Primera, Segunda, Tercera)	Número de estudiantes por número de matrícula*100/ número de estudiantes matriculados	COUNT(ciestudiantes) COUNT(ciestudiantes)	Determina el porcentaje de estudiantes que realizan repitencia de una materia en el periodo académico actual.
	Cantidad de estudiantes por número de matrícula (Primera, Segunda, Tercera)	Número de estudiantes por número de matrícula	COUNT(ciestudiantes)	Determina el número de estudiantes que realizan repitencia de una materia en el periodo académico actual.

Tabla 9. (Continuación)

ÁREA	INDICADOR	HECHOS	FUNCIÓN DE AGREGACIÓN	ACLARACIÓN
EGRESAMIENTO Y TITULACIÓN	Tasa de titulación	100*(número de estudiantes graduados/ número de estudiantes que iniciaron la carrera)	COUNT (ciestudiante)	La tasa de titulación es el coeficiente que expresa la relación del número de estudiantes graduados en el último año con el número de estudiantes que iniciaron la carrera, en una misma cohorte (año determinado). No se consideran estudiantes que hayan convalidado estudios.
	Número de estudiantes graduados	Número de estudiantes graduados	COUNT(ciestudiantesgraduados)	Determina el número de estudiantes graduados en los 4 últimos años
	Tiempo promedio de titulación	Fecha de titulación - fecha de egresamiento	AVG(fecha titulación – fecha de egresamiento)	Determina el tiempo promedio de titulación de una carrera durante los 4 últimos años
RETENCIÓN ESTUDIANTIL	Tasa de retención	100*(número de estudiantes matriculados en la carrera/número de estudiantes admitidos dos años antes)	COUNT(ciestudiante)	La tasa de retención evalúa la relación de los estudiantes de la carrera que fueron admitidos dos años antes y que se encuentran matriculados a la fecha. (datamart tasa de retención)

3.4.2. Mapeo

Se procede a examinar los Data Sources e identificar las características propias, a fin de asegurar que en ella se contengan los datos requeridos. Posterior a ello, se definirá como serán obtenidos los elementos que se han descrito en el Modelo Conceptual, estableciendo una correspondencia directa entre elementos del Modelo Conceptual y Data Sources.

La Ilustración 20 muestra la relación entre la data source y el modelo conceptual de los profesores.

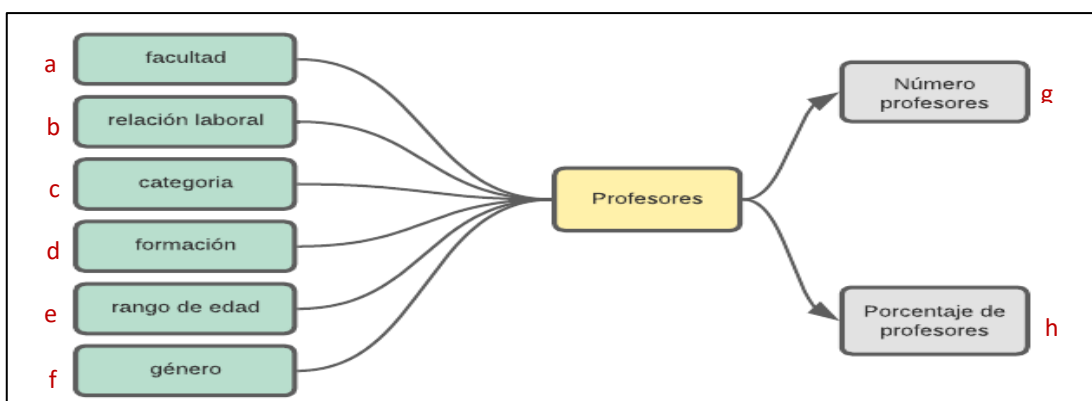


Ilustración 20 Relación entre la data source y el modelo conceptual

La Ilustración 21 muestra el diagrama de entidad relación de la base de Datos del Sistema de Talento Humano, el cual contiene información de los profesores.

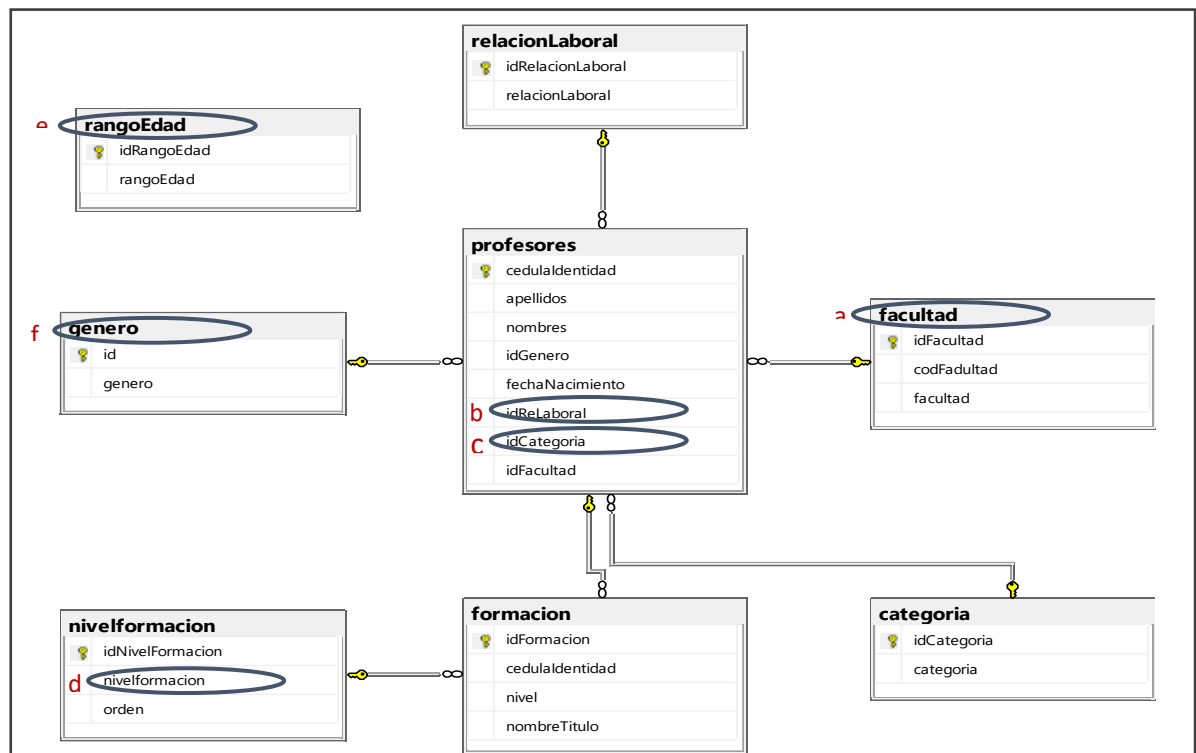


Ilustración 21 Mapeo data profesores

El mapeo realizado es el siguiente:

- La perspectiva Facultad se relaciona con el campo UNIDAD_ACADEMICA de la tabla DATOSPROFESORES.
- La perspectiva Relación laboral se relaciona con el campo RELACION_IES de la tabla DATOSPROFESORES.
- La perspectiva categoría se relaciona con el campo CATEGORIA de la tabla DATOSPROFESORES.
- La perspectiva formación se relaciona con el campo NIVEL de la tabla DATOSPROFESORES.
- La perspectiva rango de edad se relaciona con el campo FECHA_NACIMIENTO de la tabla DATOSPROFESORES.
- La perspectiva genero se relaciona con el campo SEXO de la tabla DATOSPROFESORES.
- El indicador número de profesores se relaciona con el campo IDENTIFICACION de la tabla DATOSPROFESORES, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(IDENTIFICACION).

- El indicador porcentaje de profesores se relaciona con el campo IDENTIFICACION de la tabla DATOSPROFESORES, quedando como fórmula de cálculo: $(\text{numprofesores} * 100) / \text{COUNT}(\text{IDENTIFICACION})$.

La Ilustración 22 muestra el diagrama de entidad relación de la base de Datos del Sistema de Bienestar Estudiantil, el cual contiene información de los estudiantes.

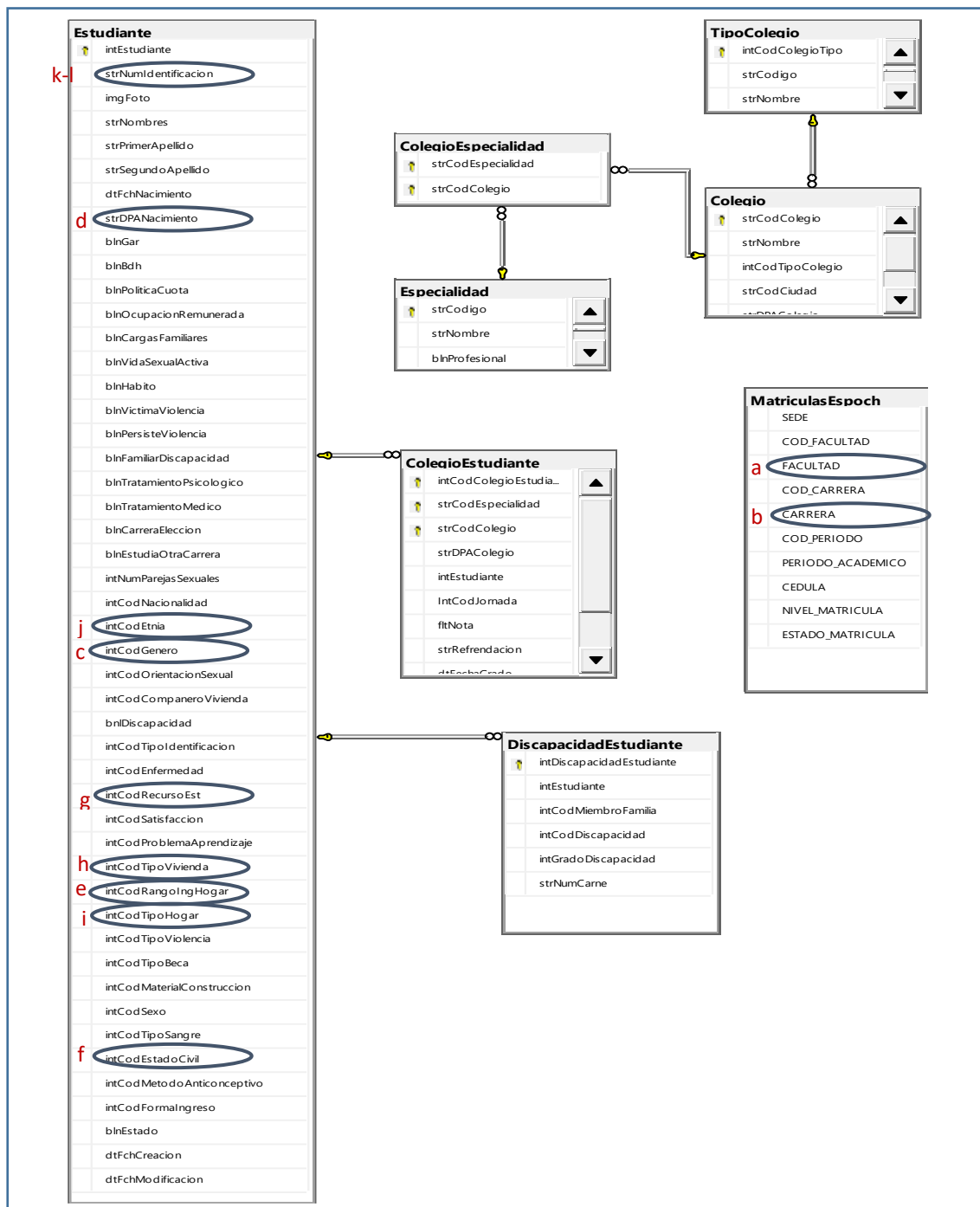


Ilustración 22 Mapeo data estudiantes

La Ilustración 23 muestra la relación entre la data source y el modelo conceptual de los estudiantes.

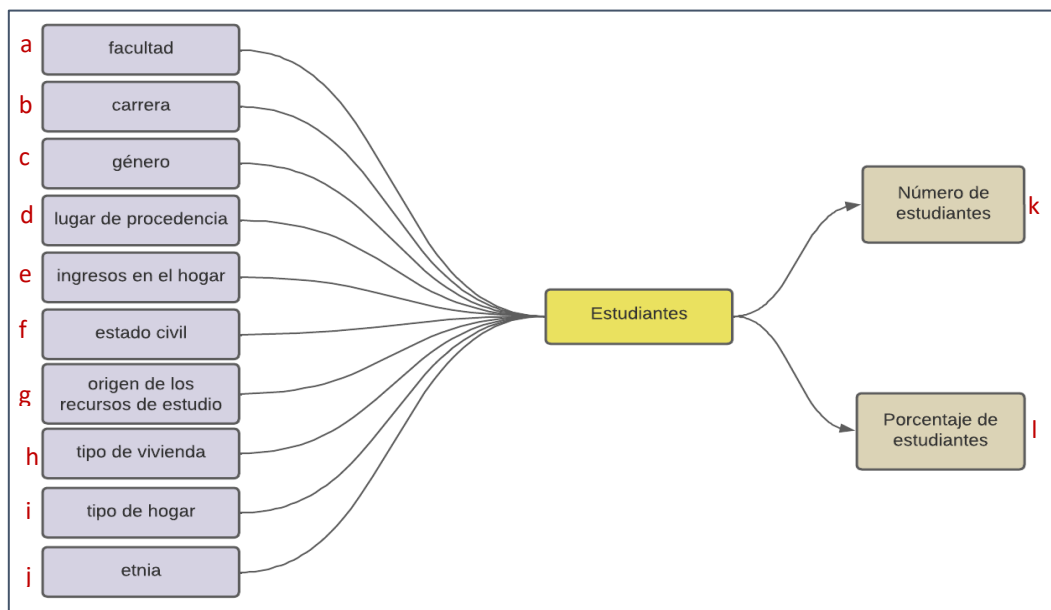


Ilustración 23 Relación entre el data source y el modelo conceptual estudiante

El mapeo realizado es el siguiente:

- La perspectiva INGRESOS EN EL HOGAR se relaciona con el campo INTCODRANGOINGHOGAR de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva GENERO se relaciona con el campo INTCODGENERO de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva FACULTAD se relaciona con el campo FACULTAD de la tabla MATRICULASESPOCH.
- La perspectiva ETNIA se relaciona con el campo INRCODETNIA de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva CARRERA se relaciona con el campo CARRERA de la tabla MATRICULASESPOCH.
- La perspectiva LUGAR DE PROCEDENCIA se relaciona con el campo STRDPANACIMIENTO de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva ESTADO CIVIL se relaciona con el campo INTCODESTADOCIVIL de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva ORIGEN DE LOS RECURSOS DE ESTUDIO se relaciona con el campo INTCODRECURSOSEST de la tabla ESTUDIANTE.

- La perspectiva TIPO DE VIVIENDA se relaciona con el campo INTCODTIPOVIVIENDA de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva TIPO DE HOGAR se relaciona con el campo INTCODTIPOHOGAR de la tabla ESTUDIANTE.
- El indicador número de profesores se relaciona con el campo STRNUMIDENTIFICACION de la tabla ESTUDIANTE, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(STRNUMIDENTIFICACION)
- El indicador porcentaje de estudiantes se relaciona con el campo STRNUMIDENTIFICACION de la tabla ESTUDIANTE, quedando como fórmula de cálculo: $(\text{numestudiante} * 100) / \text{COUNT(STRNUMIDENTIFICACION)}$.

La Ilustración 24 muestra la relación entre la data source y el modelo conceptual de rendimiento académico.

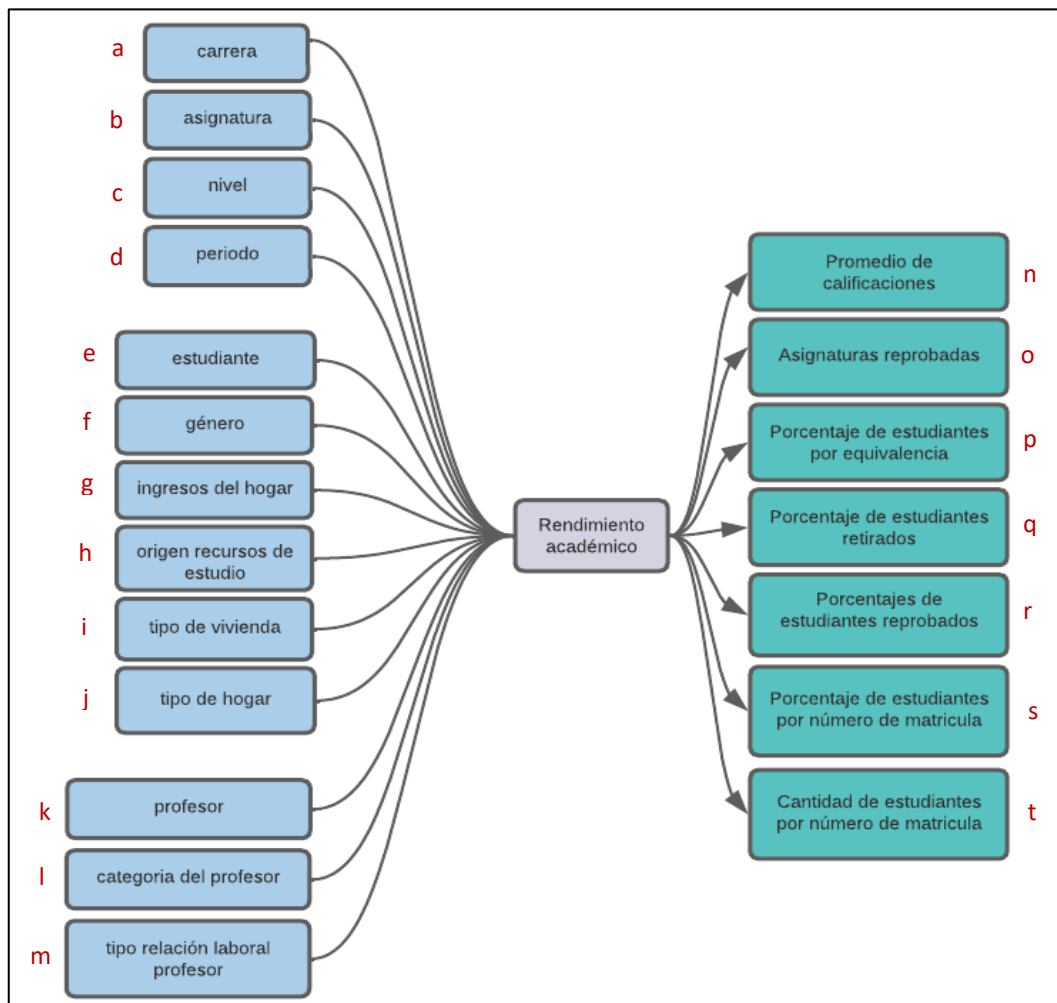


Ilustración 24 Relación entre el data source y el modelo lógico rendimiento académico

La Ilustración 25 muestra el diagrama de entidad relación de las bases de Datos de los Sistemas de Bienestar estudiantil y Talento Humano, los cuales contienen información de los profesores y estudiantes.

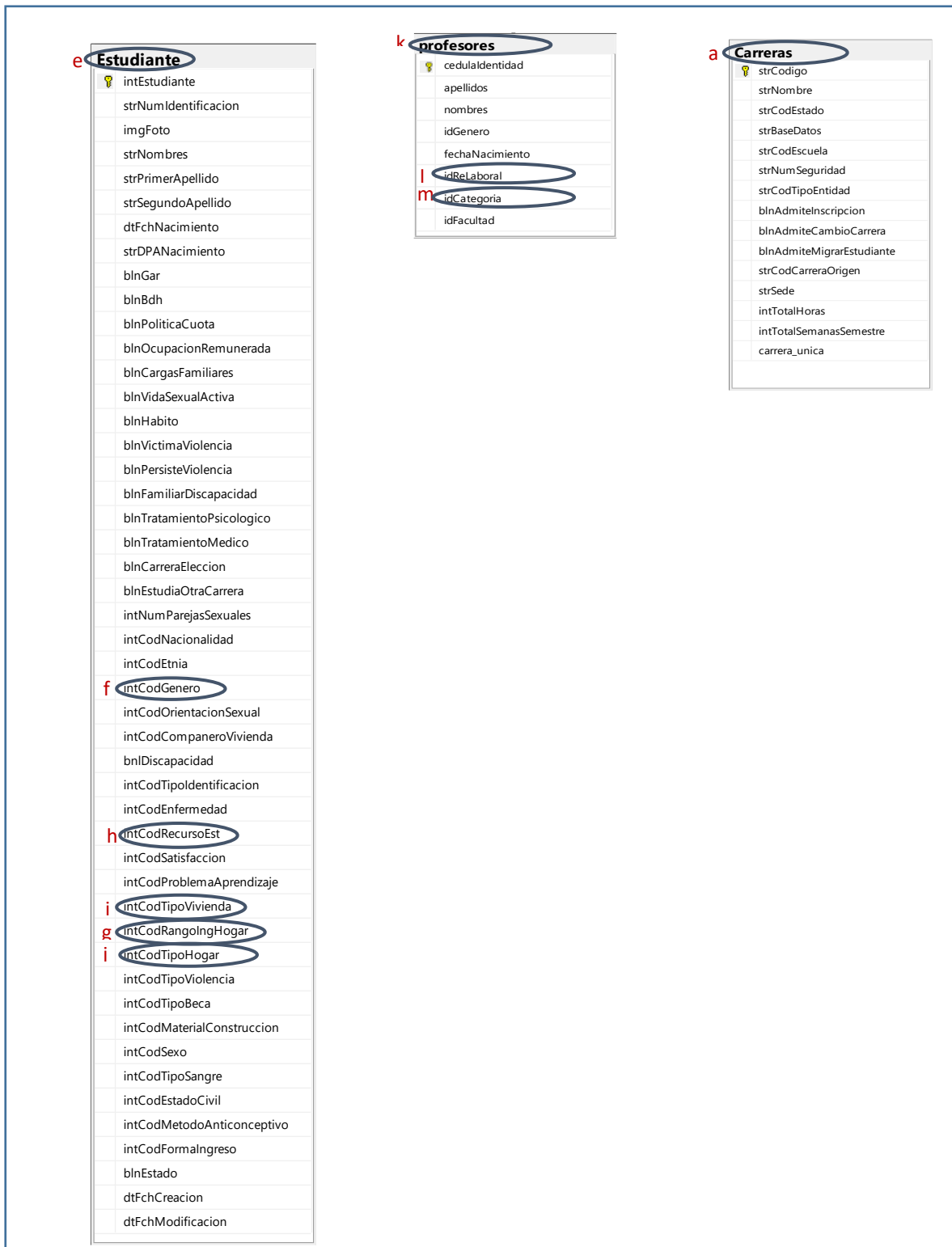


Ilustración 25 Mapeo de rendimiento académico

La Ilustración 26 muestra el diagrama de entidad relación de la base de Datos del Sistema académico de la Institución, la cual contiene información de las calificaciones de los estudiantes.



Ilustración 26 Mapeo de rendimiento académico

El mapeo realizado es el siguiente:

- La perspectiva CARRERA se relaciona con la tabla CARRERAS de la base de datos OAS_MASTER
- La perspectiva ASIGNATURA se relaciona con la tabla MATERIAS de la base de datos OAS_CARRERA
- La perspectiva NIVEL se relaciona con la tabla NIVELES de la base de datos OAS_CARRERA
- La perspectiva PERIODO se relaciona con la tabla PERIODOS de la base de datos OAS_CARRERA
- La perspectiva ESTUDIANTE se relaciona con la tabla ESTUDIANTE de la base de datos SB_BIENESTARESTUDIANTIL
- La perspectiva GENERO se relaciona con el campo INTCODGENERO de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva INGRESOS EN EL HOGAR se relaciona con el campo INTCODRABGOINGHOGAR de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva ORIGEN DE RECURSOS DE ESTUDIOS se relaciona con el campo INTCODRECURSOEST de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva TIPO VIVIENDA se relaciona con el campo INTCODTIPOVIVIENDA de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva TIPO DE HOGAR se relaciona con el campo INTCODTIPOHOGAR de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva PROFESOR se relaciona con la tabla DATOSPROFESORES de la base de datos _PROFESORES
- La perspectiva CATEGORIA DEL PROFESOR se relaciona con el campo CATEGORIA de la tabla DATOSPROFESORES
- La perspectiva TIPO DE RELACIÓN LABORAL PROFESOR se relaciona con el campo RELACION_IES de la tabla DATOSPROFESORES
- El indicador PROMEDIO DE CALIFICACIONES se relaciona con el campo BYNOTA1, BYNOTA2, BYNOTA3 de la tabla EVALUACIONES, quedando como fórmula de cálculo: $AVG(BYNOTA1, BYNOTA2, BYNOTA3)$
- El indicador ASIGNATURAS REPROBADAS se relaciona con el campo STRCODEQUIV de la tabla NOTAS EXAMENES, quedando como fórmula de cálculo: $COUNT(STRCODEQUIV)$

- El indicador PORCENTAJE DE ESTUDIANTES POR EQUIVALENCIA se relaciona con el campo STRCODEQUIV de la tabla NOTAS EXAMENES, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(STRCODEQUIV)
- El indicador PORCENTAJE DE ESTUDIANTES RETIRADOS se relaciona con la Tabla RETIROS de la base de datos OAS_CARRERA, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(RETIROS)
- El indicador PORCENTAJE DE ESTUDIANTES REPROBADOS se relaciona con el campo STRCODESTUD de la tabla MATRICULAS, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(STRCODESTUD)
- El indicador PORCENTAJE DE ESTUDIANTES POR NÚMERO DE MATRICULA se relaciona con el campo STRCODEQUIV de la tabla NOTAS_EXAMENES, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(STRCODEQUIV)
- El indicador CANTIDAD DE ESTUDIANTES POR NÚMERO DE MATRICULA se relaciona con el campo STRCODEQUIV de la tabla NOTAS_EXAMENES, quedando como fórmula de cálculo: COUNT(STRCODEQUIV)

La Ilustración 27 muestra la relación entre la data source y el modelo conceptual de egresamiento y titulación.

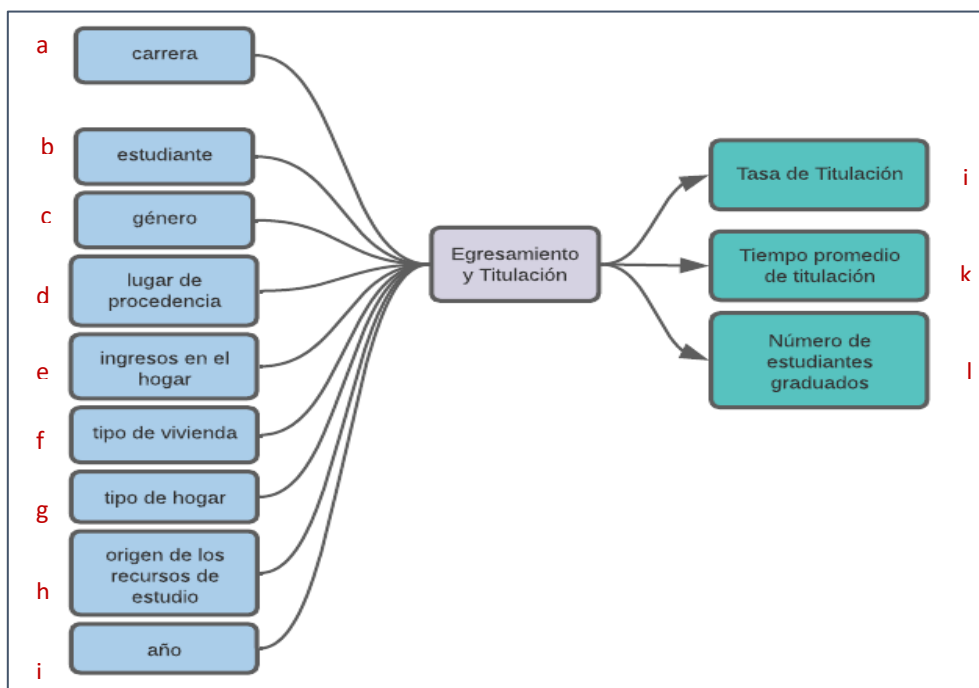


Ilustración 27 Relación entre el data source y el modelo lógico de egresamiento y titulación

La Ilustración 28 muestra el diagrama de entidad relación de la base de Datos del Sistema académico de la Institución, la cual contiene información de las calificaciones de los estudiantes.

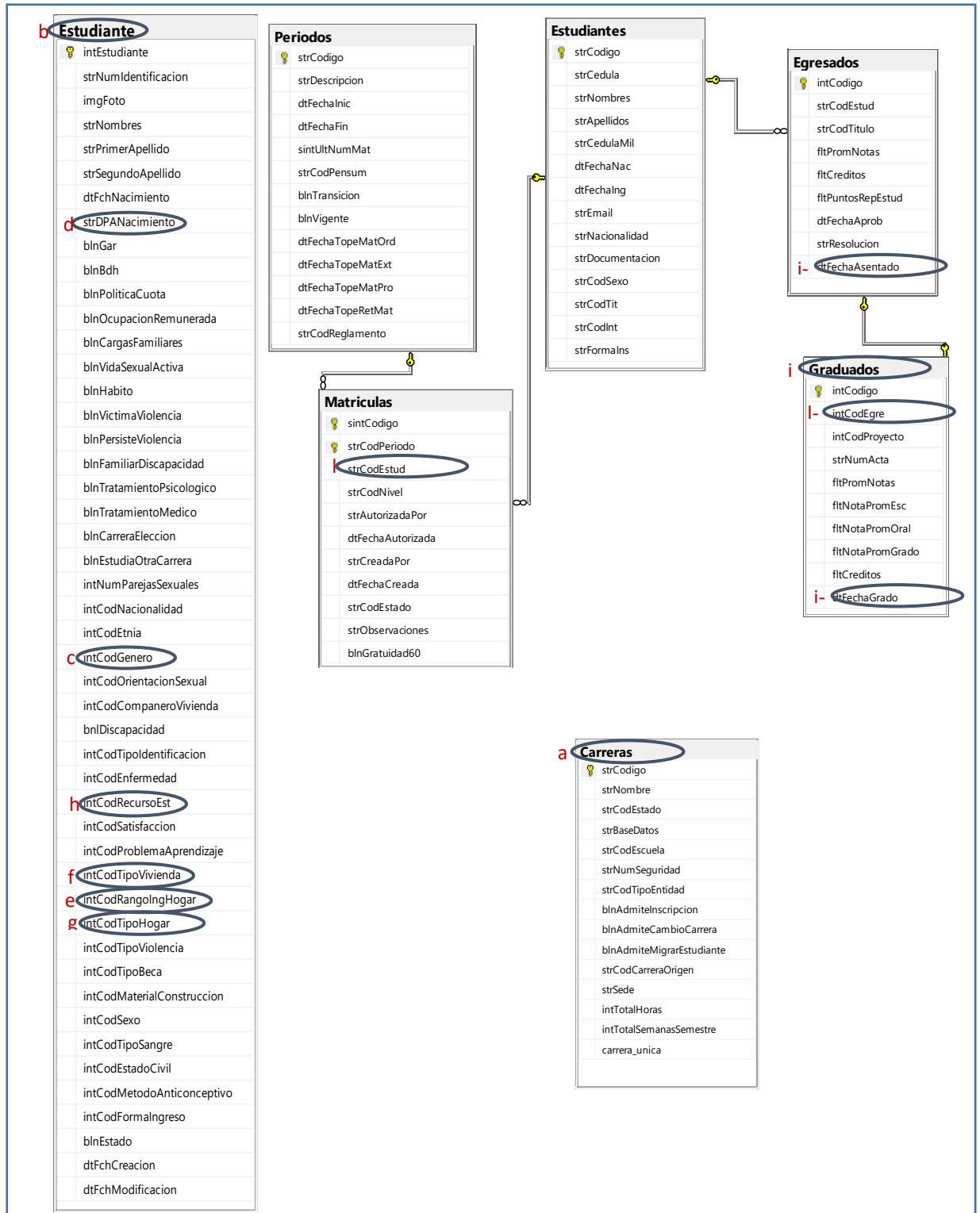


Ilustración 28 Mapeo egresamiento y titulación

El mapeo realizado es el siguiente:

- La perspectiva CARRERA se relaciona con la tabla CARRERAS de la base de datos OAS_MASTER
- La perspectiva ESTUDIANTE se relaciona con la tabla ESTUDIANTE de la base de datos SB_BIENESTARESTUDIANTIL
- La perspectiva GENERO se relaciona con el campo INTCODGENERO de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva LUGAR DE PROCEDENCIA se relaciona con el campo STRDPANACIMIENTO de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva INGRESOS EN EL HOGAR se relaciona con el campo INTCODRANGOINGHOGAR de la tabla ESTUDIANTE
- La perspectiva TIPO DE VIVIENDA se relaciona con el campo INTCODTIPOVIVIENDA de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva TIPO DE HOGAR se relaciona con el campo INTCODTIPOHOGAR de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva ORIGEN DE LOS RECURSOS DE ESTUDIO se relaciona con el campo INTCODRECURSOEST de la tabla ESTUDIANTE.
- La perspectiva AÑO se relaciona con el campo DTFECHAASENTADO de la tabla EGRESADOS y el campo DTFECHAGRADO de la tabla GRADUADOS, ambos de la base de datos OAS_CARRERA
- El indicador NUMERO DE ESTUDIANTES GRADUADOS se relaciona con el campo INTCODEGRE de la tabla GRADUADOS, quedando como fórmula de cálculo: $COUNT(INTCODEGRE)$
- El indicador TIEMPO PROMEDIO DE TITULACION se relaciona con el campo DTFECHAGRADO de la tabla GRADUADOS, y el campo DTFECHAASENTADO de la tabla EGRESADOS quedando como fórmula de cálculo: $DTFECHAGRADO-DTFECHAASENTADO$
- El indicador TASA DE TITULACION se relaciona con los campos STRCODESTUDIANTE de la tabla MATRICULAS y INTCODEGRE de la tabla GRADUADOS, quedando como fórmula de cálculo: $100*(COUNT(STRCODEST)/ COUNT(INTCODEGRE))$

La Ilustración 29 muestra el diagrama de entidad relación de la base de Datos del Sistema académico de la Institución, la cual contiene información de las calificaciones de los estudiantes.

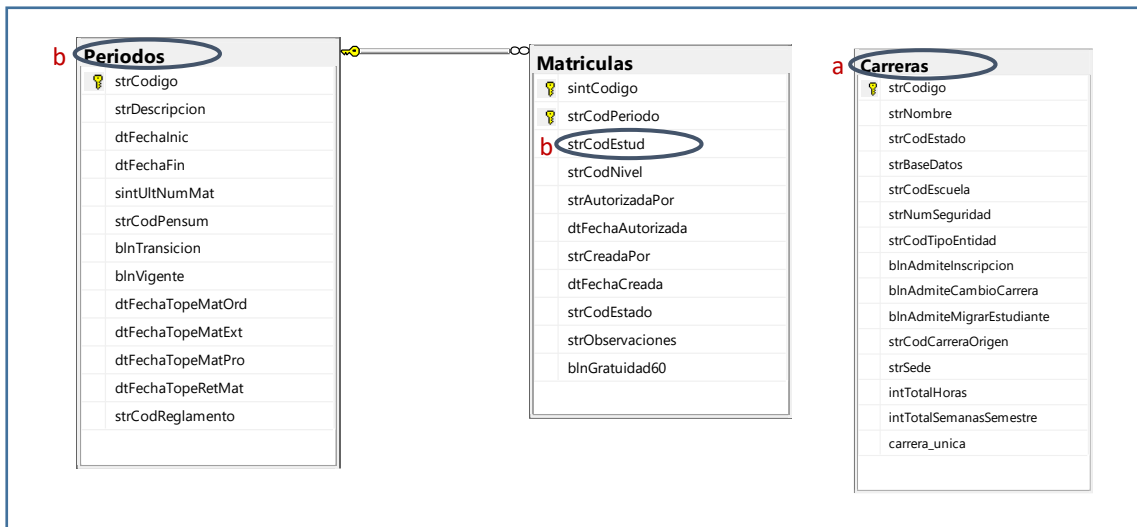


Ilustración 29 Mapeo retención estudiantil

La Ilustración 30 muestra la relación entre la data source y el modelo conceptual de retención estudiantil.

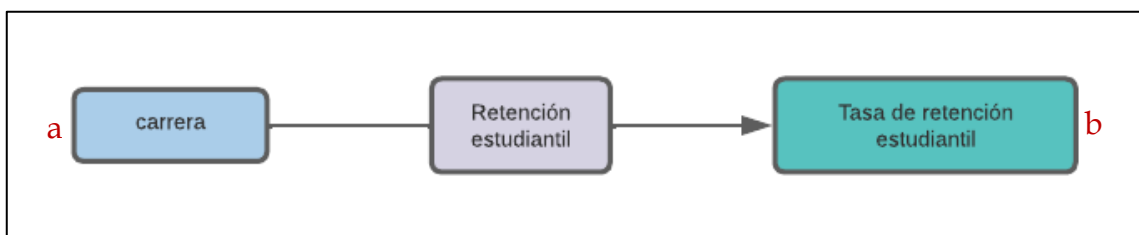


Ilustración 30 Relación entre el data source y el modelo lógico retención estudiantil

El mapeo realizado es el siguiente:

- La perspectiva CARRERA se relaciona con la tabla CARRERAS de la base de datos OAS_MASTER
- El indicador TASA DE RETENCION ESTUDIANTIL se relaciona con el campo STRCODESTUD de la tabla matricula y la tabla PERIODOS de la base de datos OAS_CARRERAS, quedando como fórmula de cálculo:

$$100 * (\text{COUNT}(\text{STRCODESTUD}) \text{ WHERE PERIODOS}=1 / \text{COUNT}(\text{STRCODESTUD}) \text{ WHERE PERIODOS}=0)$$

3.5.MODELO LÓGICO DEL DW

El Modelo Lógico es la representación de la estructura de datos que permite procesar y almacenar la información en un SGBD, para ello en esta fase se define la tipología y se diseña las tablas de dimensiones y de hechos con sus respectivas relaciones.

3.5.1. Tipología

Para la implementación del presente proyecto se ha seleccionado los tipos de esquema descritos en la **Tabla 10**, tomando en consideración los requerimientos y necesidades del usuario. A continuación, se detalla el área y el tipo de esquema utilizado.

Tabla 10. Tipología por área

ÁREA	TIPO DE ESQUEMA
Profesores	Estrella
Estudiantes	Estrella
Rendimiento Académico	Copo de Nieve
Egresamiento y titulación	Copo de Nieve
Retención estudiantil	Estrella

3.5.2. Tablas de dimensiones

A continuación, se muestra el diseño de las tablas de dimensión que forman parte del Data Warehouse.

La Ilustración 31 muestra las tablas de dimensiones que contiene el área de profesores.

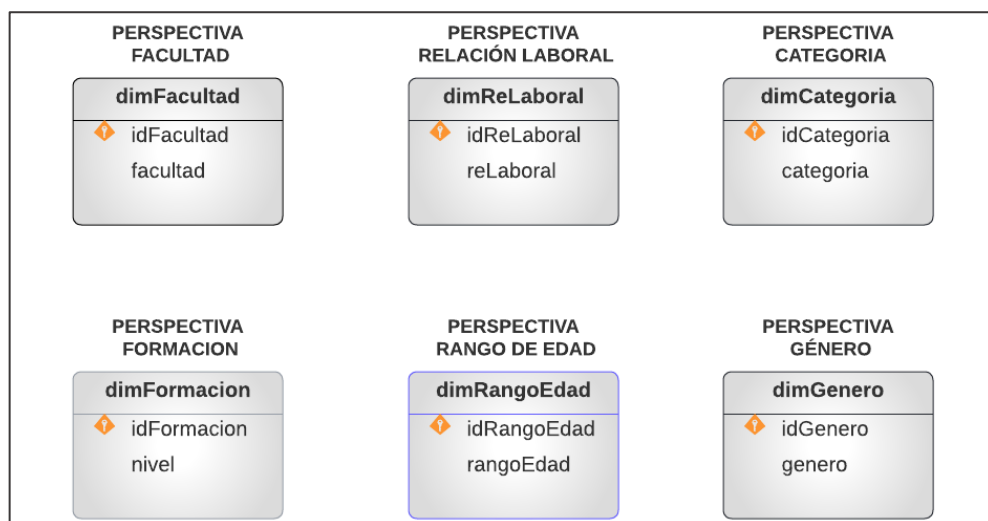


Ilustración 31 Tablas de dimensiones profesores

La Ilustración 32 muestra las tablas de dimensiones que contiene el área de estudiantes.

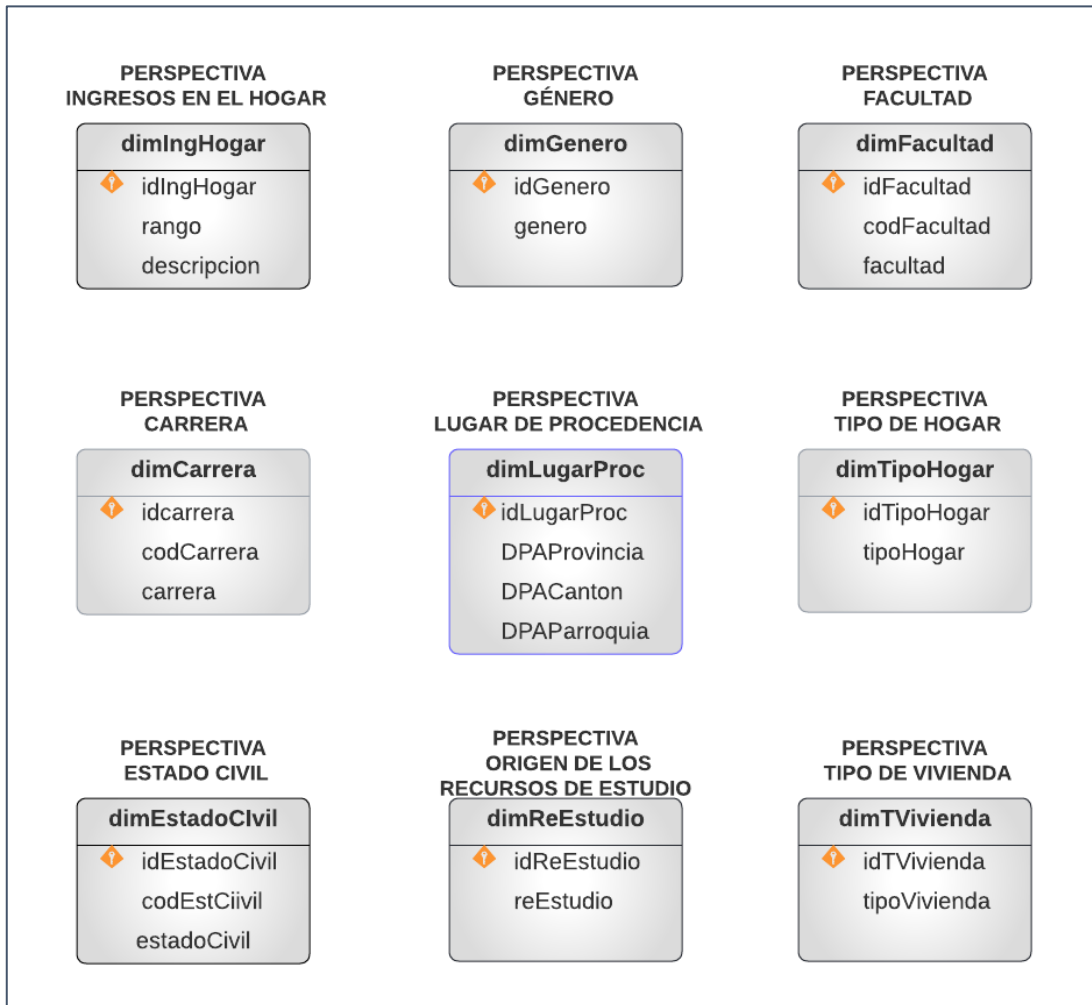


Ilustración 32 Tablas de dimensiones estudiante

Las Ilustraciones 33, 34 y 35 muestran las tablas de dimensiones que contiene el área de rendimiento académico.

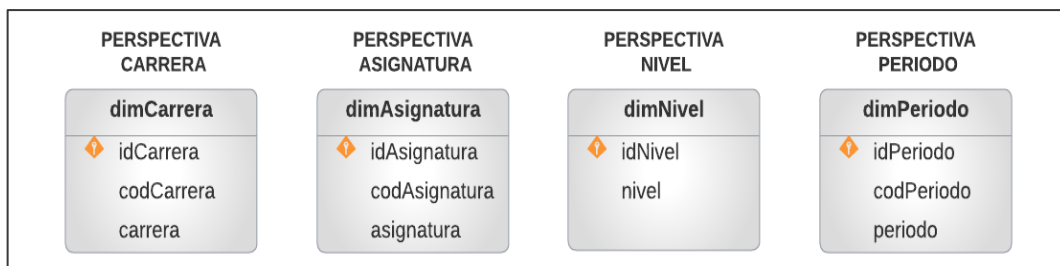


Ilustración 33 Tablas de dimensiones rendimiento académico

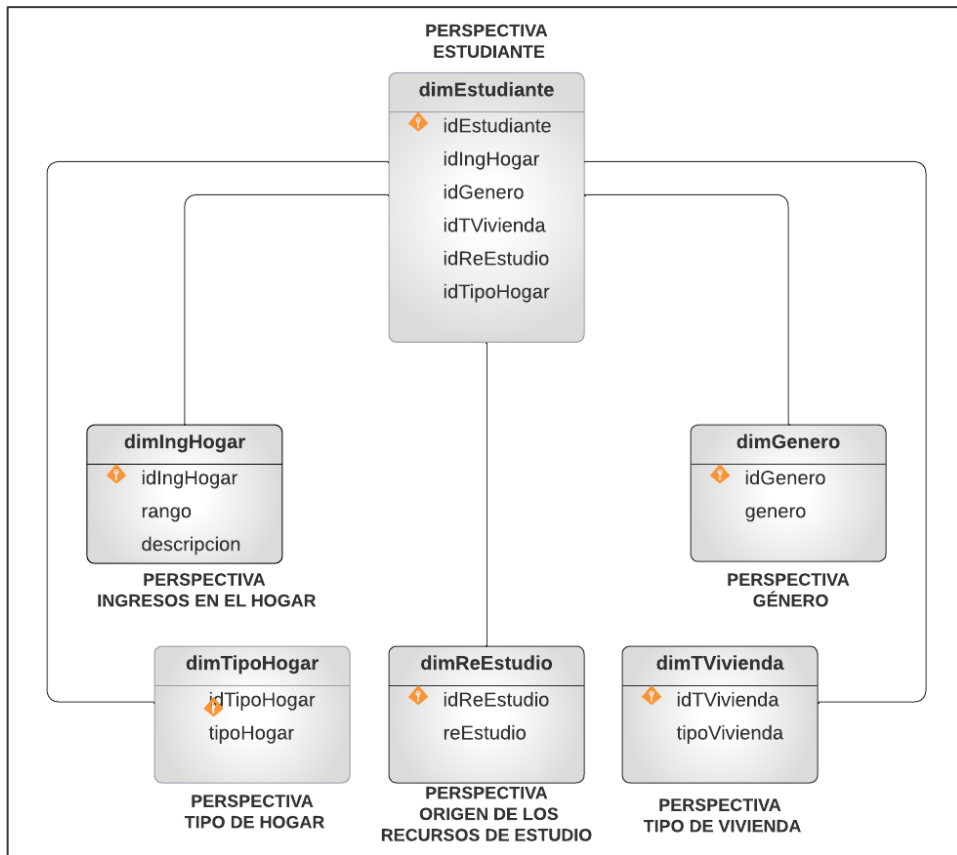


Ilustración 34 Tablas de dimensiones rendimiento académico

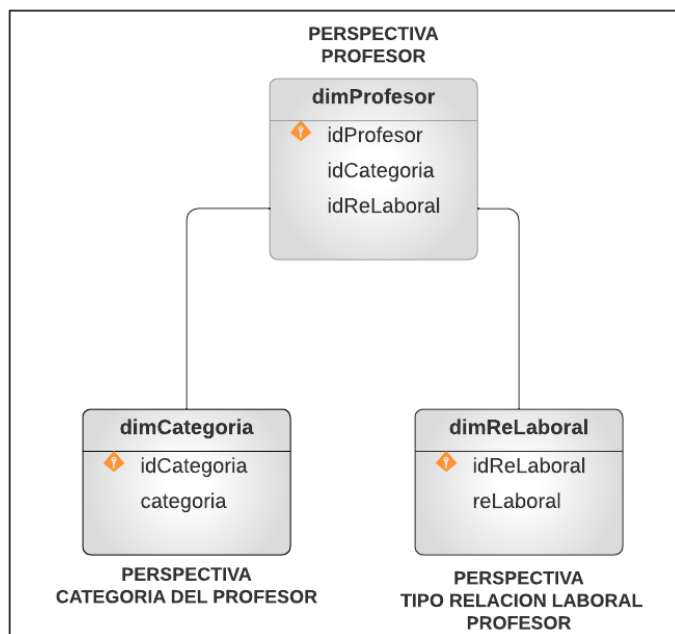


Ilustración 35 Tablas de dimensiones rendimiento académico

Las Ilustraciones 36 y 37 muestra las tablas de dimensiones que contiene el área de egresamiento y titulación.

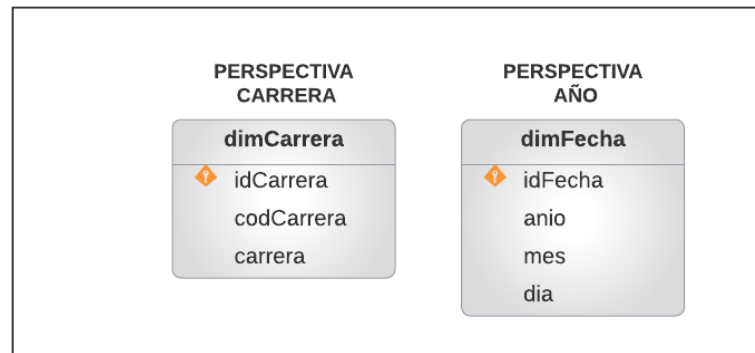


Ilustración 36 Tablas de dimensiones egresamiento y titulación

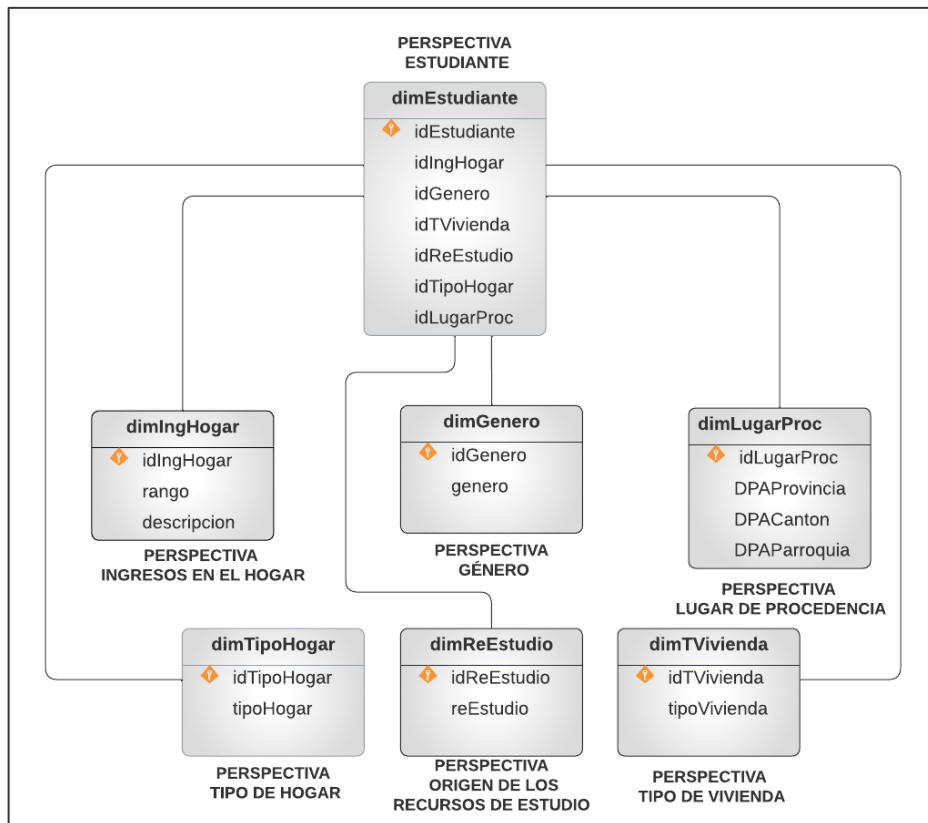


Ilustración 37 Tablas de dimensiones egresamiento y titulación

La Ilustración 38 muestra las tablas de dimensiones que contiene el área de retención estudiantil.

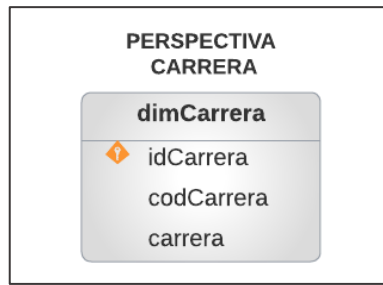


Ilustración 38 Tablas de dimensiones retención estudiantil

3.5.3. Tablas de hechos

Mediante esta actividad se define las tablas de hechos, las cuales contienen los hechos a través de los cuales se construirán los indicadores de estudio. A continuación, en la Ilustración 39, se detallan las tablas de hechos que formar parte del DW.

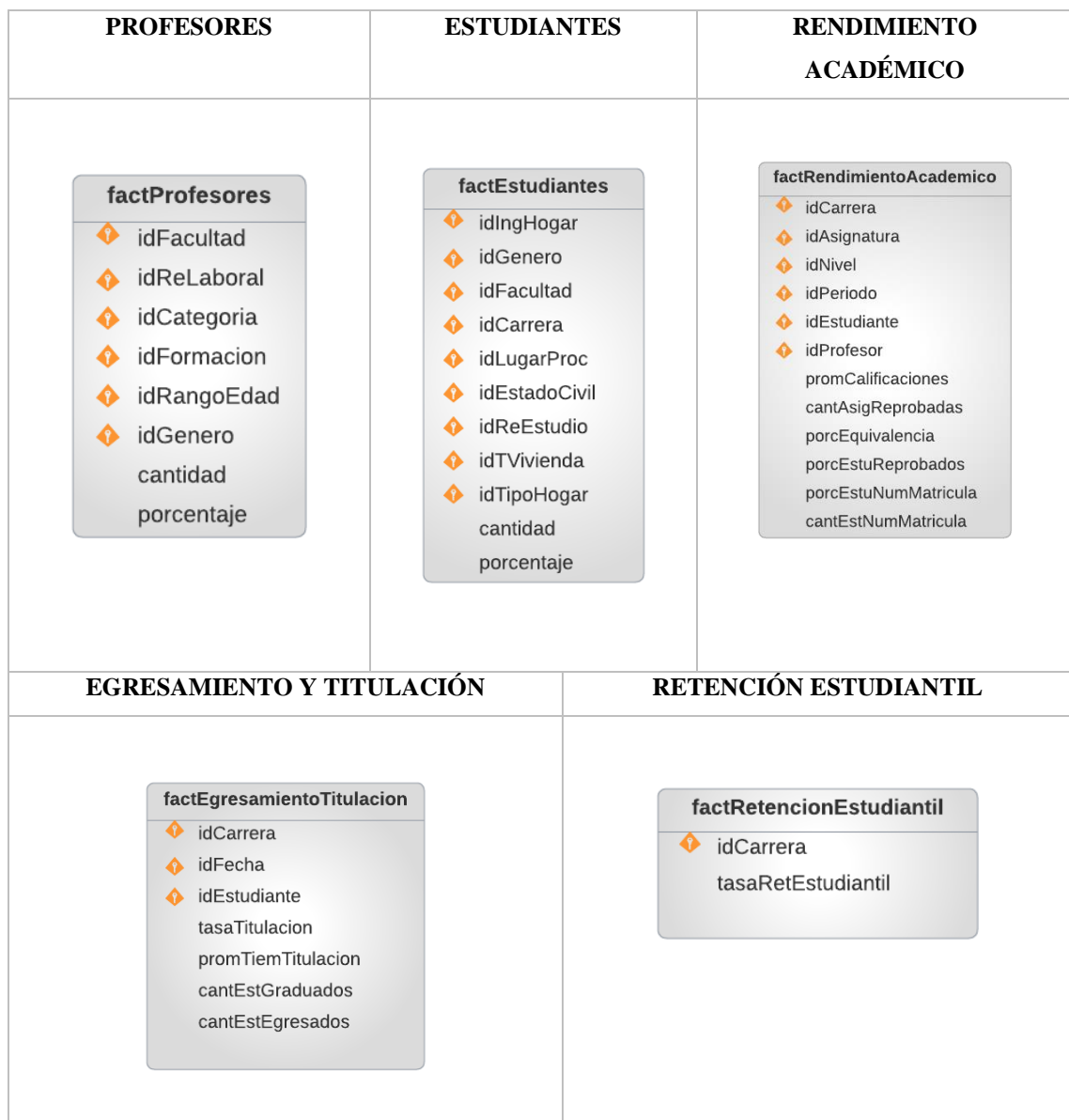


Ilustración 39 Tablas de hechos del DW

3.5.4. Uniones

A continuación, se realizan las uniones correspondientes entre las tablas de dimensiones y las tablas de hechos de los esquemas de profesores, estudiantes, rendimiento académico, egresamiento y titulación y retención estudiantil.

La Ilustración 40 muestra la unión del esquema profesores.

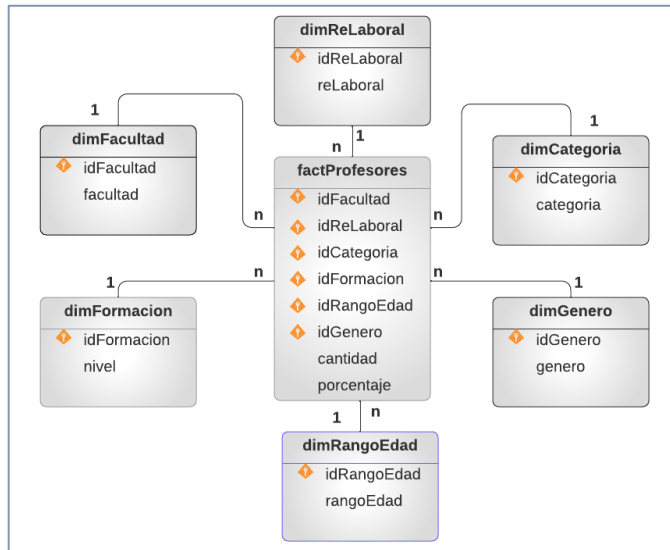


Ilustración 40 Unión del esquema profesores

La Ilustración 41 muestra la unión del esquema estudiantes.

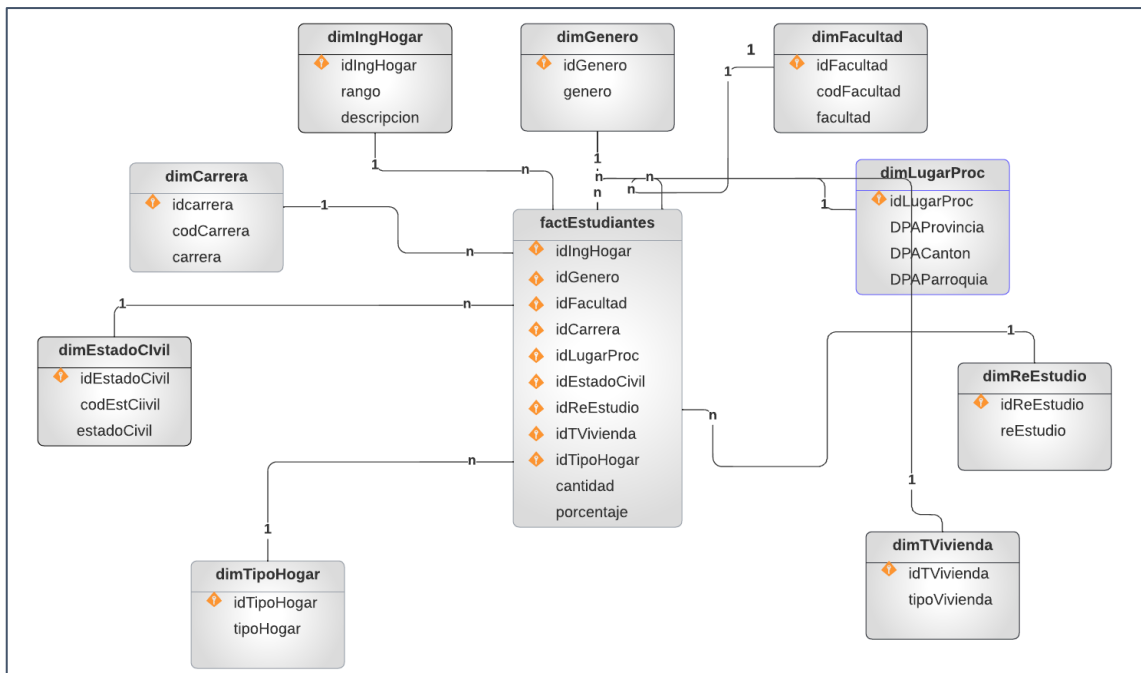


Ilustración 41 Unión del esquema estudiantes

La Ilustración 42 muestra la unión del esquema rendimiento académico.

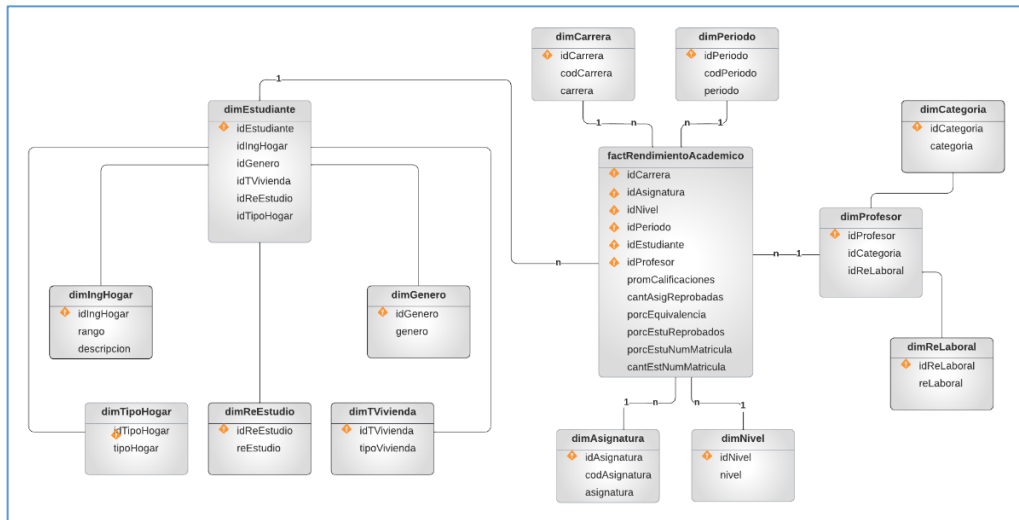


Ilustración 42 Unión del esquema rendimiento académico.

La Ilustración 43 muestra la unión del esquema egresamiento y titulación.

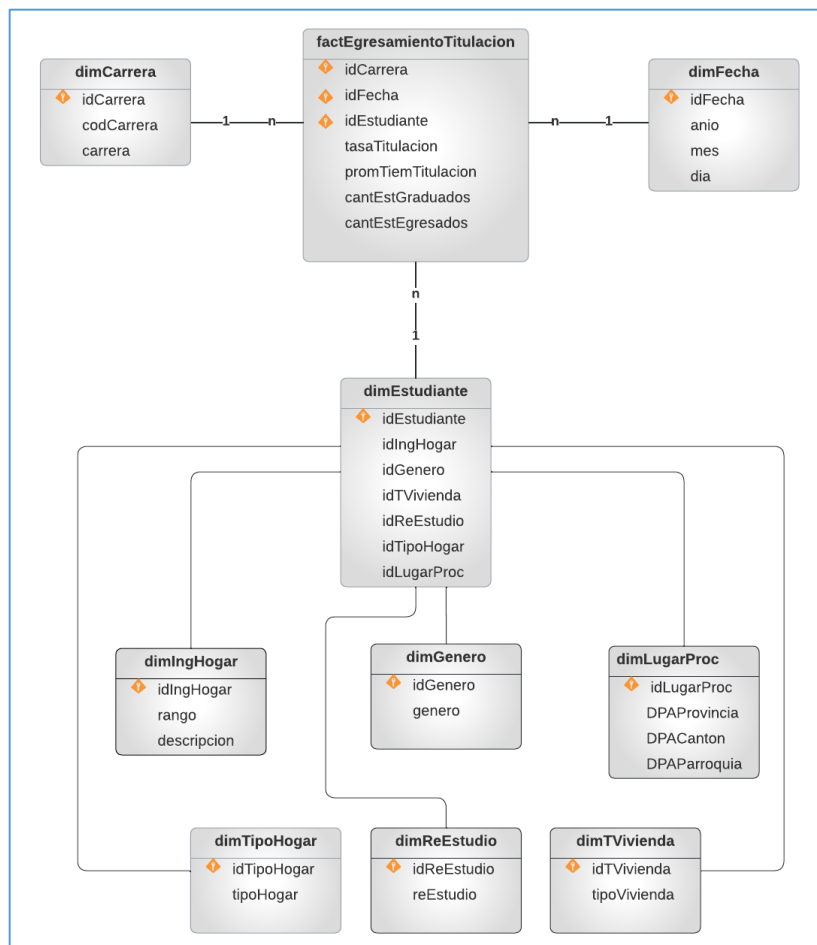


Ilustración 43 Unión del esquema egresamiento y titulación.

La Ilustración 44 muestra la unión del esquema retención estudiantil.

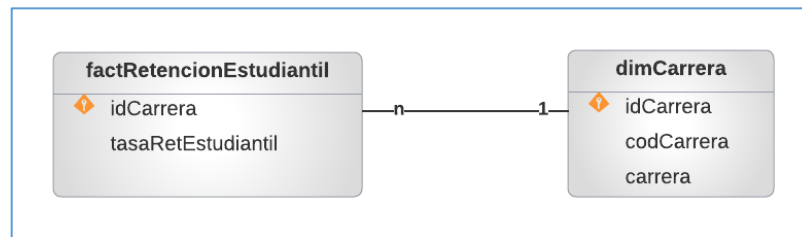


Ilustración 44 Unión del esquema retención estudiantil

3.6. INTEGRACIÓN DE DATOS

Posterior a la construcción del modelo lógico, es necesario proceder con la prueba de datos; para ello, mediante la herramienta Power Bi a través del proceso ETL (Power Query) se integró cada fase del proceso a la solución de Inteligencia de Negocios propuesta.

3.6.1. Carga inicial (proceso ETL)

Este proceso se desarrolló en tres etapas (Ilustración 45): la obtención, transformación y carga de los datos; mediante este proceso se recopila información de diferentes orígenes de datos con la finalidad de ser analizados y posterior convertirse en conocimiento útil [79].

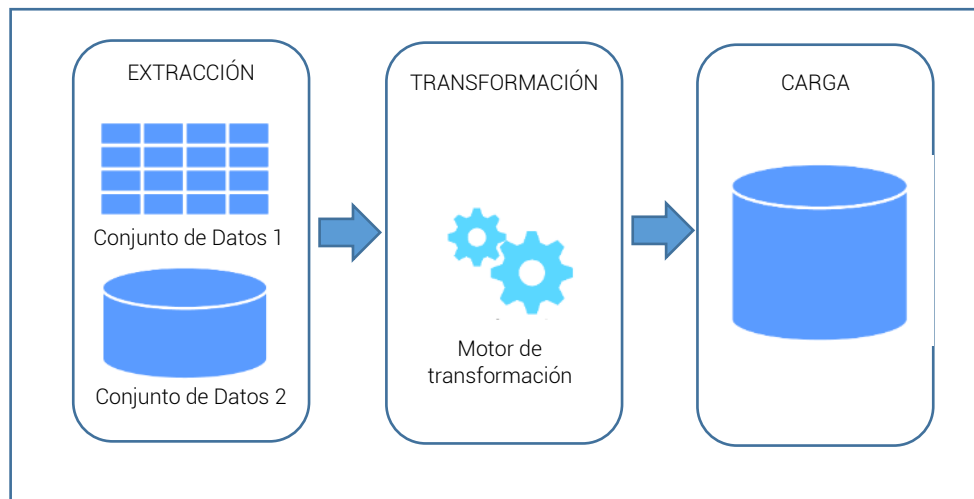


Ilustración 45 Proceso ETL

En la primera fase, Ilustración 46, se importa el conjunto de dato que se requiere analizar, en este caso se ha importado las bases de datos relacionadas con la información académica, estudiantil y de profesores.

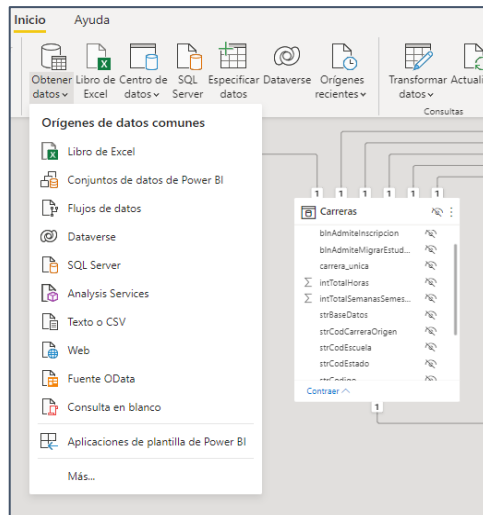


Ilustración 46 Fase de obtención

La fase de transformación, Ilustración 47, permite modelar los datos importados en el paso anterior, esta fase permite transformar el formato de los datos, reemplazar o eliminar aquellos valores erróneos, generar nuevas columnas y crear campos calculados.

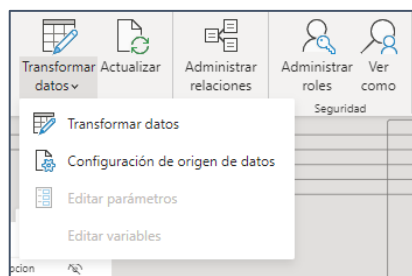


Ilustración 47 Fase de transformación

La siguiente fase, Ilustración 48, permite cargar los datos a un modelo y trabajar sobre ello para visualizar su comportamiento.

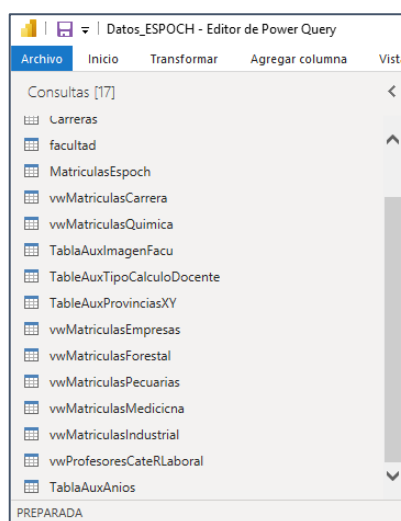


Ilustración 48 Fase de carga de datos

3.7. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL DSS

3.7.1. Diseño del DSS

La arquitectura de la solución de análisis de datos implementada, Ilustración 49, se describe mediante las siguientes capas: La capa de fuente de datos, la cual contiene la información de los sistemas transaccionales de la IES de estudio, es decir, las bases de datos de: Sistema Académico Institucional (SAI), Sistema de Talento Humano (SATH) y Sistema de Bienestar Estudiantil (SBE), cabe mencionar que, el SAI almacena información en múltiples bases de datos. La capa de almacenamiento contiene el Datawarehouse, repositorio de data histórica, y los data mart que sirven para el análisis de datos. La capa de visualización y analítica accede a la capa de almacenamiento mediante sentencias expresadas en lenguaje estructurado (vistas) para la generación de reportes consolidados que apoyen en la toma de decisiones. Para su implementación de este DSS se utilizó la herramienta Power BI.

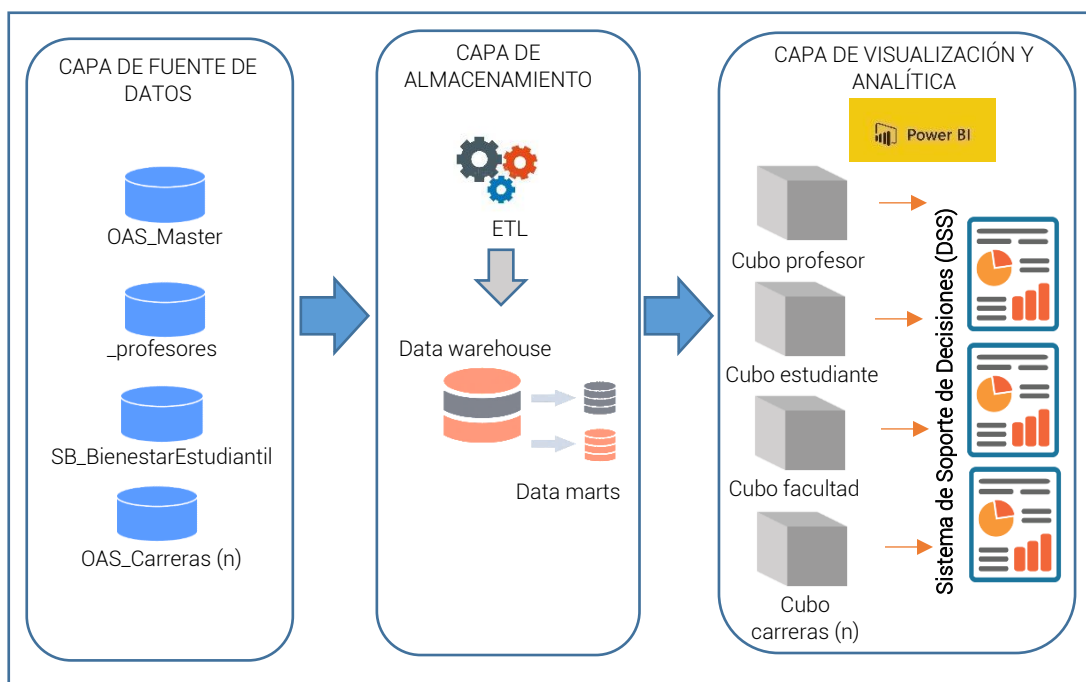


Ilustración 49 Arquitectura de la solución BI

3.7.2. Ejecución del DSS

En el presente trabajo se llegó a construir una aplicación de Soporte de Decisiones con estilo dashboard, que proporciona información relevante de la IES de estudio en las áreas de: docentes, estudiantes, rendimiento académico, egresamiento y titulación para el apoyo en la toma de decisiones (Ilustración 50); para ello se utilizó Microsoft Power Bi.



Ilustración 50 Menú principal del DSS

El área de docentes proporciona información referente a: la categoría del profesor, el nivel de formación, la edad (determinada por los rangos establecidos en el giro del negocio), el género, el grado de titularidad por facultad y carrera. Por medio de esta información se pretende determinar factor de forma inmediata si en el semestre actual se establecen los factores de cumplimiento determinados por la normativa legal vigente (Ilustración 51).

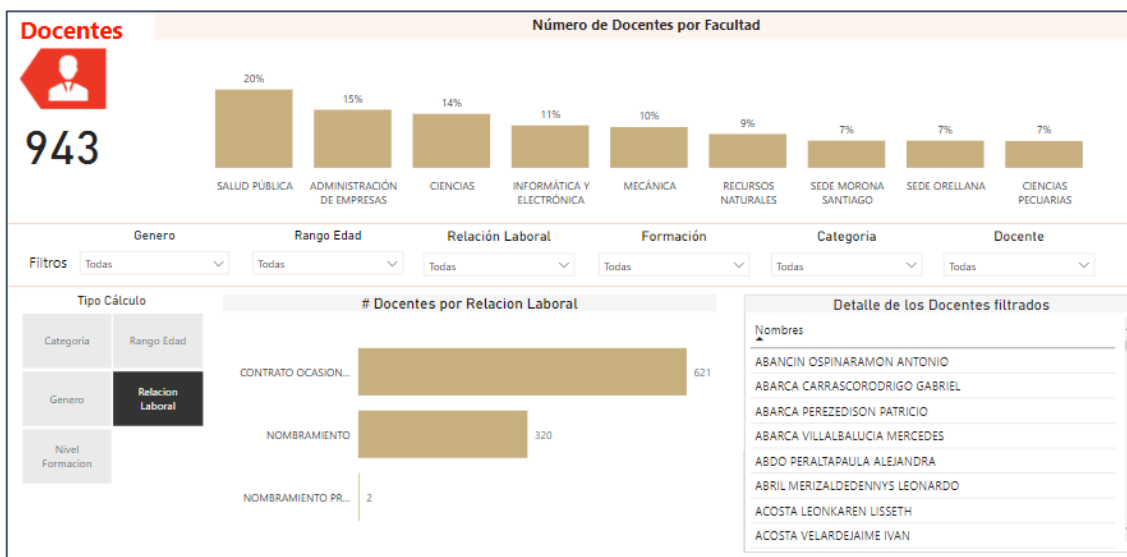


Ilustración 51 Área de docentes

El área de estudiantes provee información relacionada con el género, lugar de procedencia, etnia, estado civil, total de ingresos en el hogar, origen de los recursos de estudio, tipo de vivienda del estudiante y tipo de hogar. Estos reportes generan información relacionada con la situación actual de los estudiantes acorde a los factores de estudio establecidos por el departamento de Bienestar estudiantil de la institución de estudio (Ilustración 52).

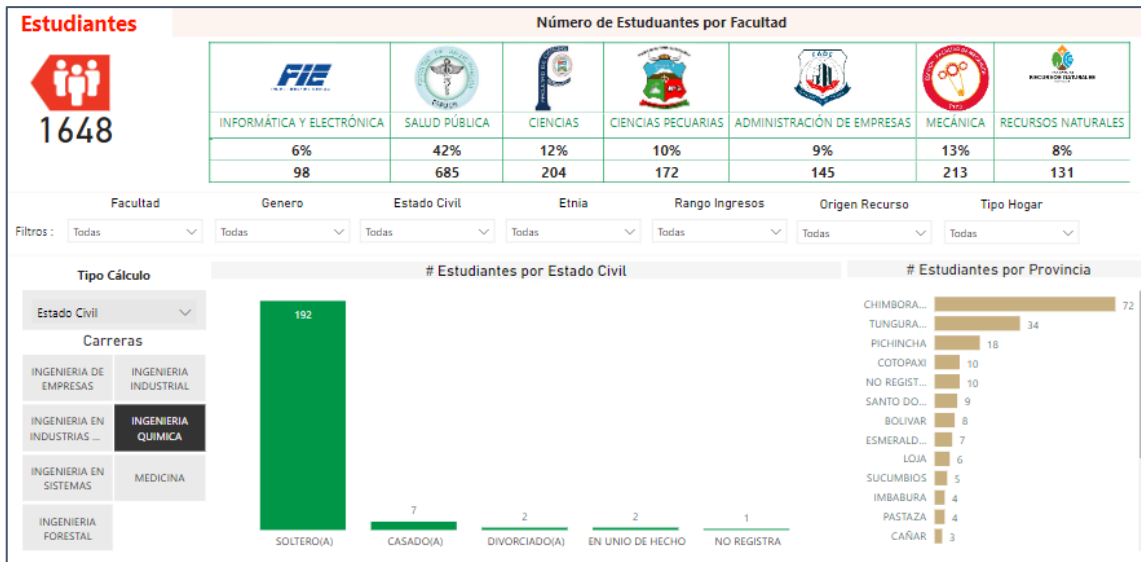


Ilustración 52 Área de estudiantes

El área de rendimiento académico permite analizar a los tomadores de decisión, la correlación que existe entre los factores determinados por el departamento de bienestar estudiantil y el rendimiento académico de los estudiantes (Ilustración 53).

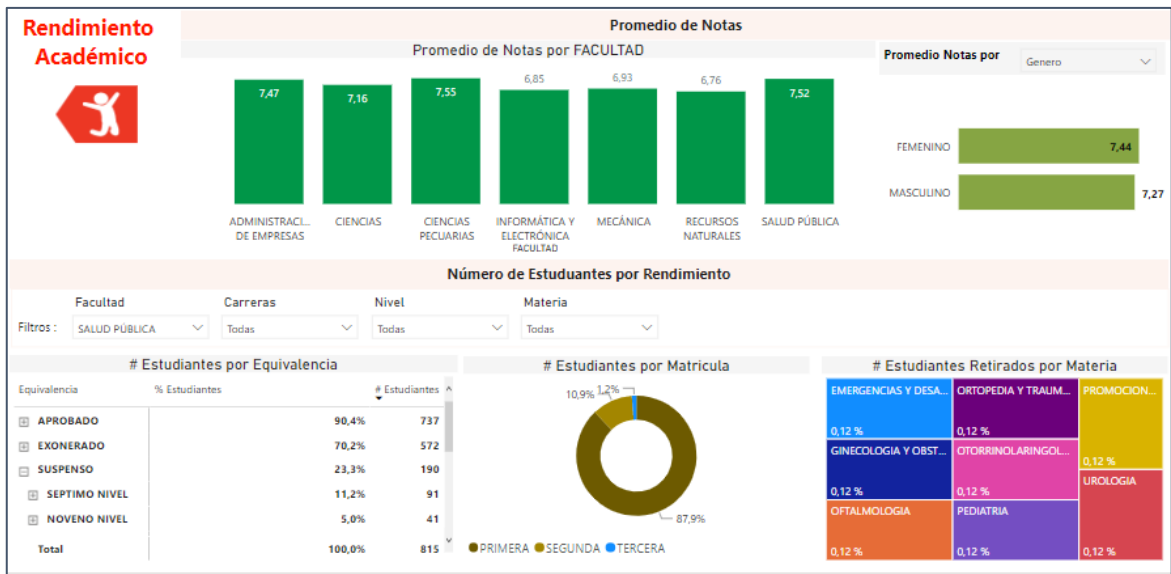


Ilustración 53 Área de rendimiento académico

A fin de determinar el tipo y grado de asociación de los factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante, mediante el coeficiente correlacional de Pearson, el DSS permite calcular una medida de dependencia lineal entre dos de las variables estudiadas (promedio de notas, estado civil, género, ingresos en el hogar, fuente de recursos de estudio, tipo de hogar, tipo de vivienda).

Es importante mencionar que, para la aplicación del análisis correlacional de Pearson estableciendo valores de identificación cuantitativa a las variables de estudio (Ilustración 54).

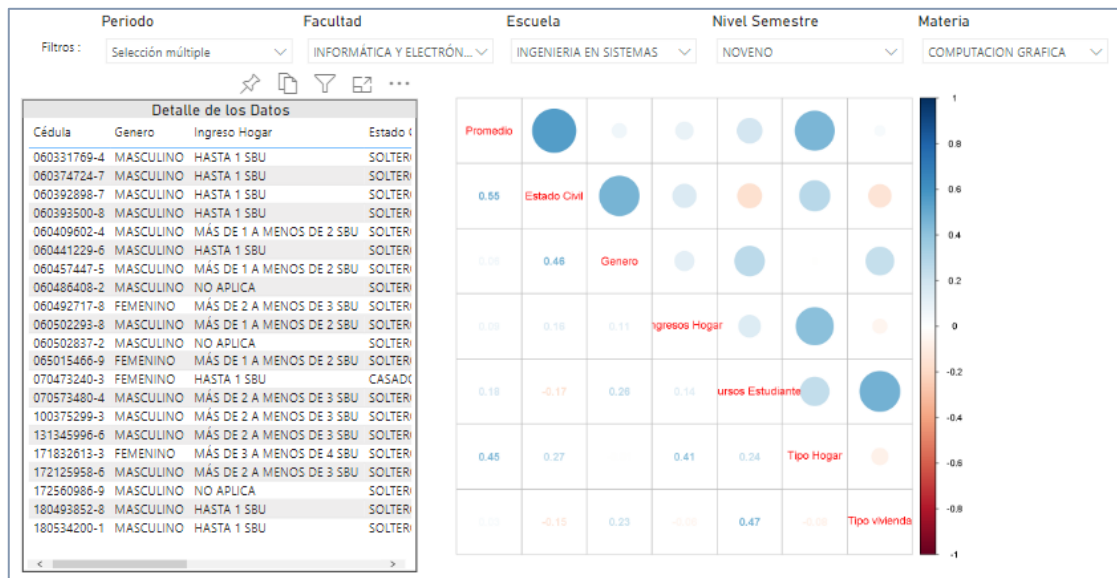


Ilustración 54 Análisis de correlación de los factores que influyen en el rendimiento académico

El área de egresamiento y titulación proporciona información relacionada con la tasa de titulación, la tasa de retención de acuerdo con los factores de estudio establecidos por el departamento de bienestar estudiantil (Ilustración 55).

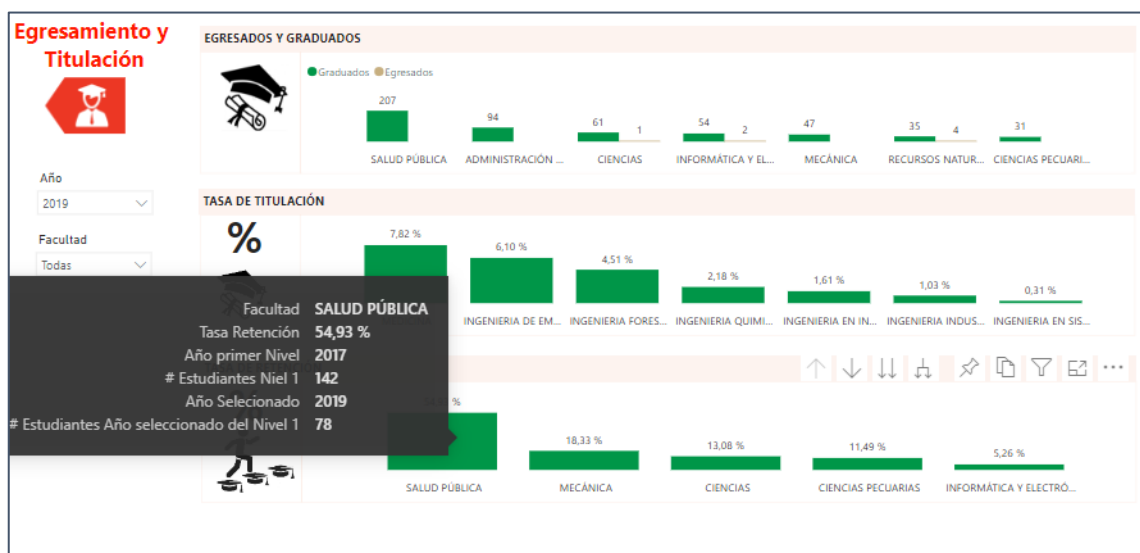


Ilustración 55 Área de egresamiento y titulación

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo describe el análisis de la tabulación de datos obtenidos a través de la encuesta elaborada a la población objetivo y la verificación de la hipótesis planteada mediante la utilización de una prueba no paramétrica (Chi cuadrado). Además, da a conocer la información que genera el DSS en el análisis correlacional de Pearson aplicado a las variables que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de la IES pública de estudio. Finalmente, se discute los resultados del presente trabajo con el aporte realizado por otros autores.

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el objetivo de evaluar el comportamiento temporal y la utilización de recursos en el análisis del rendimiento académico, una vez implementado el Sistema Soporte de Decisión, se aplicó una encuesta a la población objetivo de la investigación utilizando criterios de evaluación de usabilidad de sistemas de inteligencia de negocios.

La encuesta fue aplicada a 77 personas, entre las cuales se encuentran: personal de apoyo en el proceso de evaluación, personal del departamento de bienestar estudiantil, colaboradores del Departamento de Desarrollo Académico, administradores de la información y coordinadores de carrera. Las preguntas se evaluaron mediante la escala de Likert de 5 puntos, **Tabla 11**.

Tabla 11. Escala de Likert

ESCALA	
1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	No estoy seguro
4	De acuerdo
5	Muy de acuerdo

A continuación, se procede a tabular los datos obtenidos en la encuesta aplicada con la finalidad de mostrar las frecuencias logradas.

Comportamiento Temporal: Este indicador evalúa los tiempos de respuesta y procesamiento del sistema cuando lleva a cabo sus funciones, en ese sentido, se evaluó si el sistema proporciona información veraz, eficaz y de análisis de forma inmediata. Para

ello se realizó las siguientes preguntas, obteniendo las respuestas presentadas en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Tabulación de resultados - comportamiento temporal

Comportamiento temporal (tiempo)	1	2	3	4	5
El sistema proporciona información en el momento que se solicita.	0	0	0	4	73
El sistema permite el análisis de un área en particular mediante criterios (filtros).	0	0	5	7	65
El sistema permite la gestión rápida y eficaz de la información.	0	0	0	9	68
Las tareas desarrolladas mediante el sistema se completan satisfactoriamente	0	0	0	8	69
Las tareas se realizan de forma inmediata.	0	0	0	5	72
El sistema procesa información para la obtención de informes consolidados de manera intuitiva.	0	0	6	6	65
El sistema cumple con eficiencia las tareas requeridas.	0	0	0	3	74
El desempeño del sistema es adecuado al esfuerzo invertido para desarrollar las tareas requeridas.	0	0	0	8	69
TOTAL	0	0	11	50	555
(%)	0	0	1.78	8.11	90.09

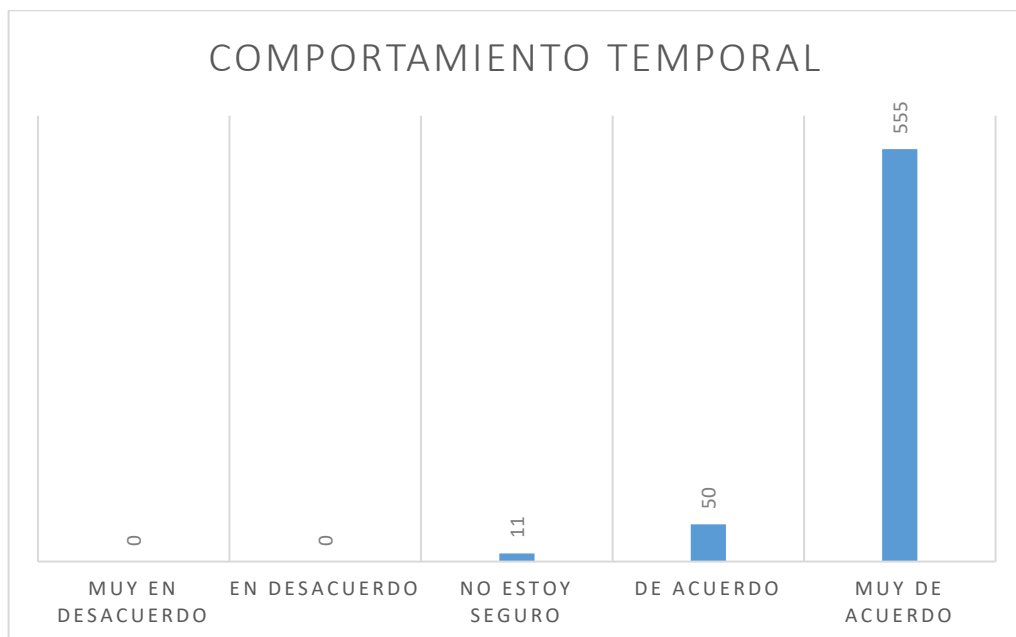


Ilustración 56 Resultados numéricos de la tabulación de datos - comportamiento temporal

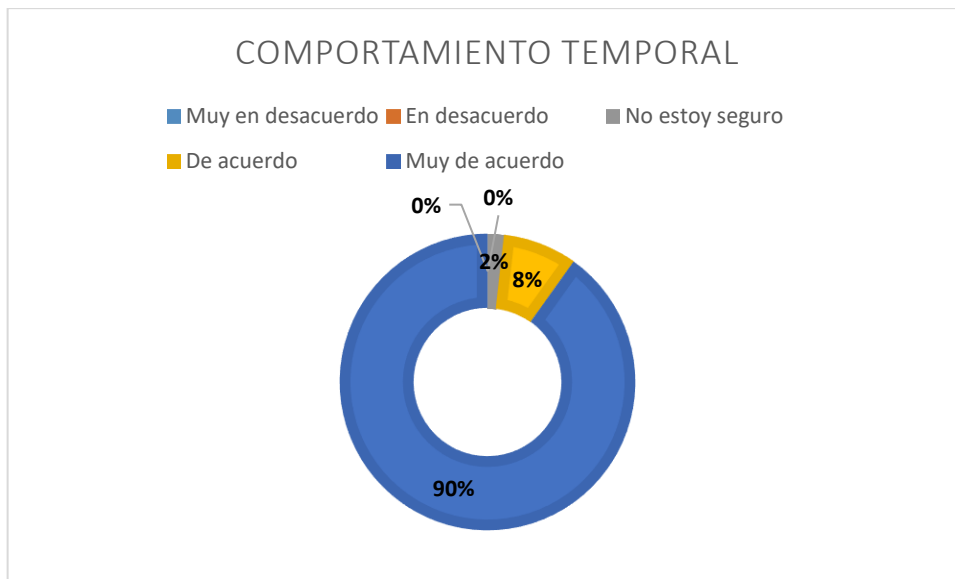


Ilustración 57 Resultados porcentuales de la tabulación de datos - comportamiento temporal

Análisis: Acorde a los resultados, Ilustración 56 y 57; el 90.09 % de los encuestados están muy de acuerdo que, bajo las condiciones propuestas el DSS implementado permite obtener información de forma inmediata para su análisis; el 8.11% se encuentra de acuerdo; y, el 1.78% del personal encuestado no está seguro de que el Sistema permita el análisis de un área en particular mediante criterios (filtros) y los reportes generados para ello se generen de forma intuitiva.

Utilización de recursos: Este indicador evalúa la cantidad y tipos de recursos utilizados por el DSS bajo ciertas condiciones determinadas. En el caso particular del estudio propuesto, se consideró como recurso al Talento Humano requerido en la obtención, clasificación, transformación y generación de información de análisis. Para ello se realizó las siguientes preguntas, obteniendo las respuestas presentadas en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Tabulación de resultados - utilización de recursos

Utilización de recursos.	1	2	3	4	5
Las tareas desarrolladas se completan satisfactoriamente.	0	0	0	9	68
El sistema permite obtener la información mediante la intervención de un solo usuario.	0	0	0	8	69
El sistema ayuda a que el usuario pueda entender fácilmente su contenido y su posterior interpretación.	0	0	6	11	60
La información que presenta el sistema puede adecuarse a las necesidades requeridas por el usuario.	0	0	5	9	63
Las tareas se ejecutan correctamente siguiendo los procedimientos establecidos.	0	0	0	13	64
La información que presenta el sistema es completa, libre de errores,	0	0	0	6	71
TOTAL	0	0	11	56	395
(%)	0	0	2.38	12.12	85.49

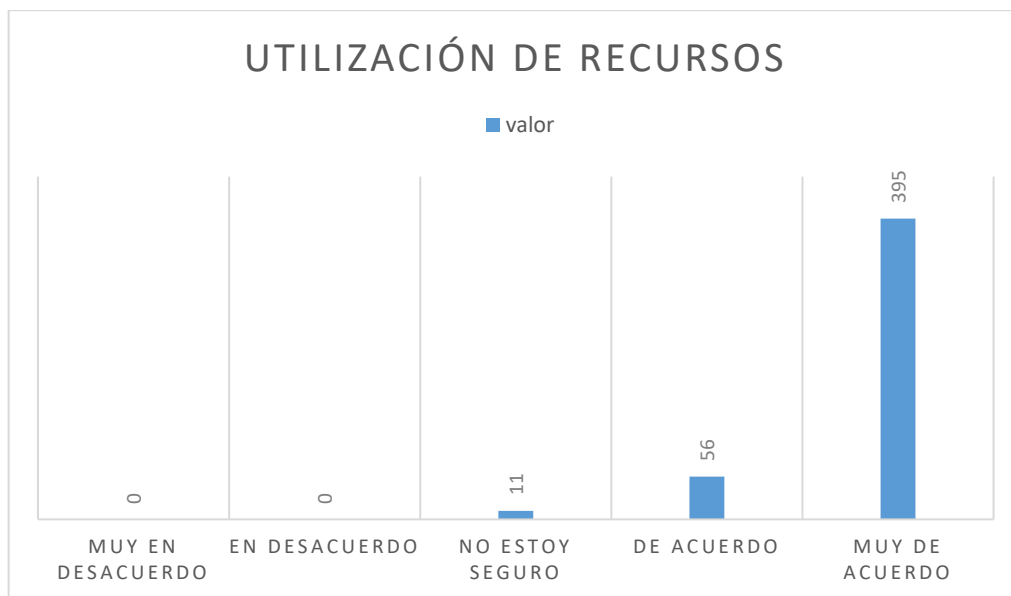


Ilustración 58 Resultados numéricos de la tabulación de datos - utilización de recursos

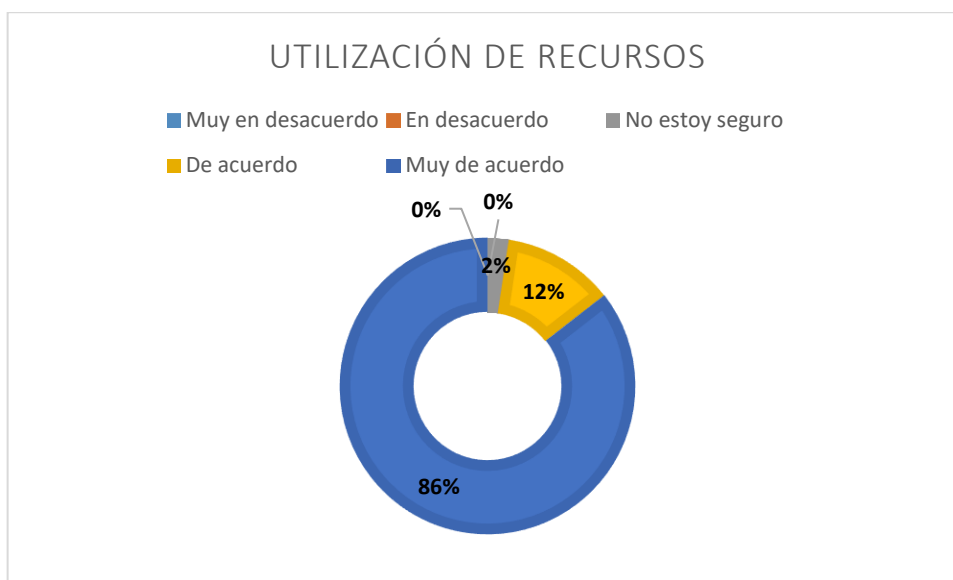


Ilustración 59 Resultados porcentuales de la tabulación de datos - utilización de recursos

Análisis: Acorde a los resultados, Ilustración 58 y 59; el 85.49 % de los encuestados está muy de acuerdo que el DSS permite la obtención de información mediante la intervención de un solo usuario; el 12.12 % de los encuestados considera estar de acuerdo; y, el 2.38% de las personas encuestadas, dice no estar seguras si el DSS permite una fácil interpretación y este puede adecuarse a las necesidades requeridas por el usuario.

Torres manifiesta que la suma algebraica de las puntuaciones de las respuestas que se hace al conjunto de ítems de la escala de Likert da su puntuación total, y este valor representa su posición favorable o desfavorable con respecto a la variable a medir. Por

tanto, si se tiene una afirmación positiva la calificación tendrá una actitud favorable al objeto, por lo que cuanto más de acuerdo se esté con la frase su actitud será igualmente más favorable [80]. En ese sentido, los resultados de la tabulación de datos reflejan que el DSS implementado en la Institución de estudio mejora significativamente el comportamiento temporal (tiempos de respuesta y procesamiento) y disminuye la intervención del recurso humano (intervención de un solo usuario) en la obtención de información fuente para el análisis de datos; sin embargo, a fin de fortalecer la fiabilidad y validez de los resultados por medio de la hipótesis planteada, se aplica un procedimiento estadístico [81].

4.2.INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez analizado los resultados de la encuesta efectuada a la población objetivo, se realiza la interpretación de estos para evaluar las variables dependientes “comportamiento temporal (El tiempo) y utilización de recursos (Talento Humano) mediante la aplicación de una prueba de inferencia estadística a la hipótesis planteada.

Como hipótesis se tiene:

H_1 : La implementación de un DSS optimiza el tiempo y la utilización del recurso humano para la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública.

H_0 : La implementación de un DSS aumenta el tiempo y la utilización del recurso humano para la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública.

Al no existir información previa para realizar la evaluación del DSS, se utilizó el estadístico de CHI CUADRADO. Para la implementación de dicho estadístico es necesario contrastar las frecuencias observadas (resultados de la encuesta) con las frecuencias esperadas por medio de la siguiente formula:

$$x^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde o_i representa las frecuencias observadas y e_i representa las frecuencias esperadas.

4.2.1. Frecuencias observadas

Con la finalidad de obtener las frecuencias observadas, se construyó una matriz a partir de los valores derivados de la encuesta realizada a la población objetivo. Para ello, se consideró el total registrado en cada frecuencia de la variable analizada, obteniendo así los valores descritos en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Valores obtenidos a partir de las encuestas realizadas

VALORES OBSERVADOS	1	2	3	4	5
Comportamiento temporal	0	0	11	50	555
Utilización de recursos	0	0	11	56	395
TOTAL	0	0	22	106	950

Posterior a ello, se recategorizó los valores obtenidos en: bajo, columna con las evaluaciones de valoraciones de 1 dentro de la escala de Likert; bueno, sumatoria de las evaluaciones con valoraciones de 2, 3 y 4 de la escala de Likert; y, excelente, las evaluaciones con valoraciones de 5 dentro de la escala de Likert; obteniendo los valores descritos en la **Tabla 15**.

Tabla 15. Frecuencias observadas

VALORES OBSERVADOS	BAJO (1)	BUENO (2,3,4)	EXCELENTE (5)	TOTAL
Comportamiento temporal.	0	61	555	616
Utilización de recursos	0	67	395	462
TOTAL	0	128	950	1078

4.2.2. Frecuencias esperadas

A partir de los valores alcanzados en las frecuencias observadas, se procede con el cálculo de las frecuencias esperadas, conforme lo descrito en la siguiente fórmula:

$$\text{Valor esperado} = \frac{\text{total categoria} * \text{total seccion}}{\text{total tabla}}$$

Obteniendo los valores de la **Tabla 16**.

Tabla 16. Frecuencias esperadas

VALORES ESPERADOS	BAJO (1)	BUENO (2,3,4)	EXCELENTE (5)	TOTAL
Comportamiento temporal	0.00	73.15	542.85	616
Utilización de recursos	0.00	54.85	407.15	462
TOTAL	0	128	950	1078

4.2.3. Análisis de la prueba estadística

Una vez conocidos los valores determinados para las frecuencias esperadas y observadas, al igual que el grado de libertad, se procede a fijar un nivel de significancia del 5% para el desarrollo de la hipótesis referida. En ese contexto y con la utilización del Software IBM SPSS, se procede con el cálculo de Chi Cuadrado (Ilustración 60).

			ESCAL		Total
			bueno	excelente	
VAR	comportamiento_temporal	Recuento	61	555	616
		% dentro de VAR	9,9%	90,1%	100,0%
		% dentro de ESCAL	47,7%	58,4%	57,1%
		% del total	5,7%	51,5%	57,1%
	Utilizacion_recursos	Recuento	67	395	462
		% dentro de VAR	14,5%	85,5%	100,0%
		% dentro de ESCAL	52,3%	41,6%	42,9%
		% del total	6,2%	36,6%	42,9%
Total	Recuento	128	950	1078	
	% dentro de VAR	11,9%	88,1%	100,0%	
	% dentro de ESCAL	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	11,9%	88,1%	100,0%	

Ilustración 60 Tabla cruzada

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,338 ^a	1	,021	,023	,014
Corrección de continuidad ^b	4,907	1	,027		
Razón de verosimilitud	5,282	1	,022	,023	,014
Prueba exacta de Fisher				,023	,014
N de casos válidos	1078				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 54,86.
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Ilustración 61 Chi Cuadrado

Una vez calculado el valor de Chi Cuadrado, el mismo que se establece en 5.338, se procede con su análisis para determinar el criterio de aceptación o rechazo de la hipótesis planteada (Ilustración 61).

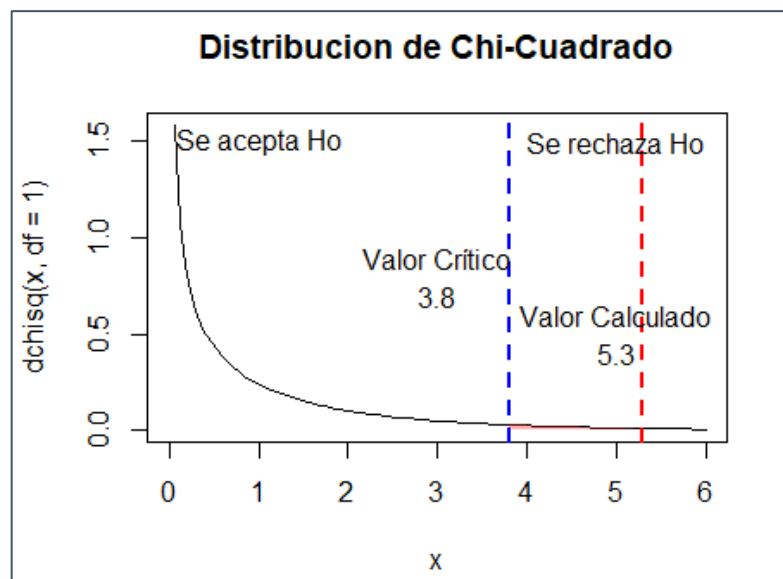


Ilustración 62 Distribución de chi cuadrado

Conforme al grado de libertad y el nivel de significancia establecido, se determinó el valor de 3.841 como punto crítico para la probabilidad de distribución, valor que actúa como el límite para comprobar si el estadístico de prueba cae dentro o fuera de la región de aceptación durante la prueba de hipótesis (Ilustración 62). En ese contexto, dado que el valor calculado de chi cuadrado es mayor al valor Crítico establecido, este cae dentro de la región de rechazo, por lo cual se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 ; por lo tanto, se puede afirmar que la implementación de un DSS optimiza el tiempo y la utilización del recurso humano para la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública.

4.2.4. Análisis de correlación para determinar los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de la EIS

El coeficiente de correlación es una media que cuantifica el grado en el cual dos variables tienden a cambiar al mismo tiempo, su valor determina la fuerza y la dirección de la relación [82].

En el caso particular del presente trabajo, se ha establecido como procedimiento estadístico para fijar dicho coeficiente, el análisis correlacional de Pearson, dado que las variables estudiadas se asocian con un cambio proporcional entre ellas [83].

Las variables analizadas corresponden a factores como: promedio de notas, estado civil, género, ingresos en el hogar, fuente de recursos de estudio, tipo de hogar, tipo de vivienda; datos relacionados con la información del estudiante; y, el DSS por medio de este

coeficiente, permite determinar el tipo de correlación existente e interpretar si una correlación es: negativa (cuanto más próximo a -1 correlación negativa perfecta), positiva (cuanto más próximo a 1 correlación positiva perfecta) o no hay relación lineal (cuando se aproxima a cero o es cero) [84].

Como datos referenciales, se ha establecido un grupo de análisis de la Facultad de Informática y Electrónica, carrera de Ingeniería en Sistema de quinto nivel, determinado así los siguientes valores:

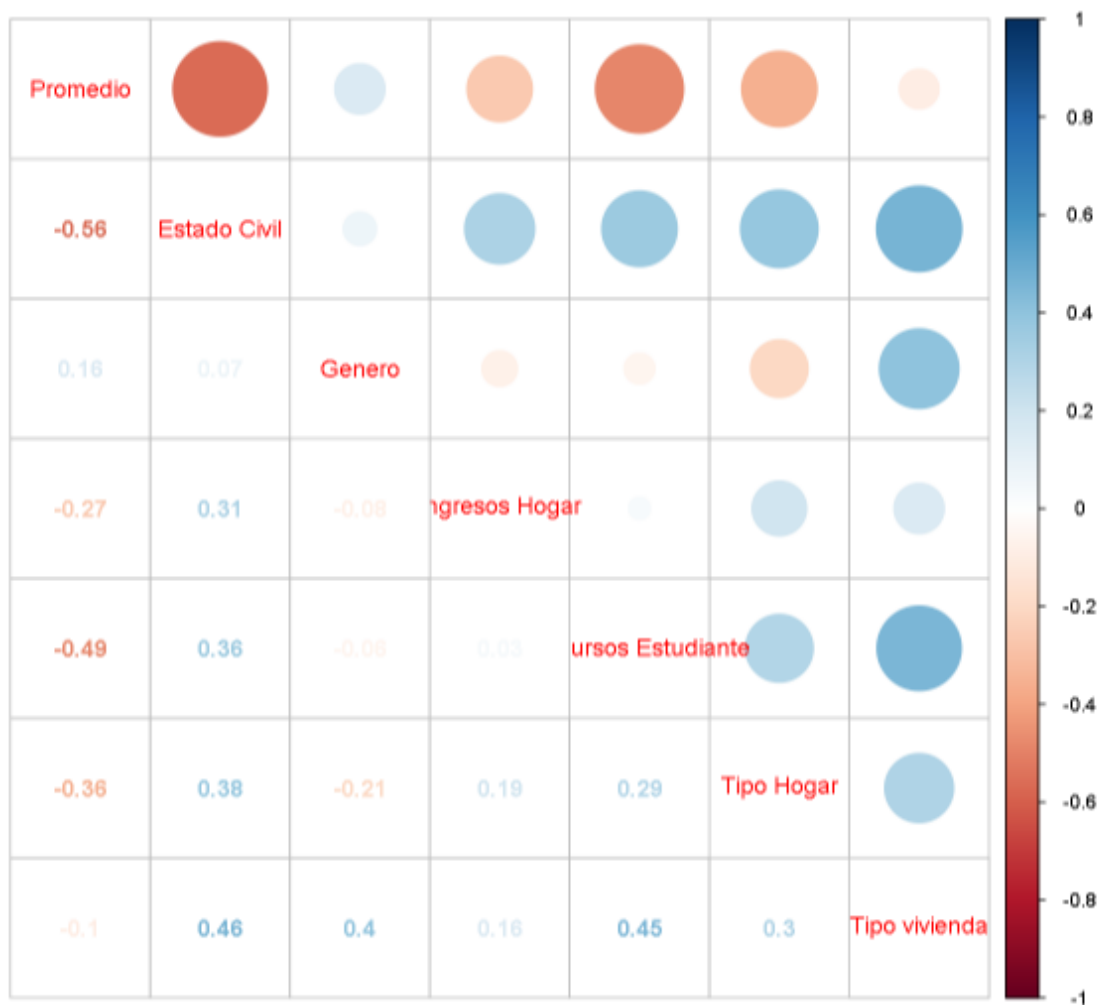


Ilustración 63 Análisis correlacional de Pearson

Acorde a lo expresado en la parte teórica, la Ilustración 63 muestra la correlación entre el promedio de notas y las variables que corresponden al estado civil, género, ingresos en el hogar, fuente de recursos de estudio, tipo de hogar y tipo de vivienda de los estudiantes del quinto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistema; de los valores descritos en la

Tabla 17, según el grado de interpretación en base a la sugerencia de Cohen [85], se desprende que:

Tabla 17. Interpretación de resultados - análisis de Pearson

VARIABLE 1	VARIABLE 2	VALOR	INTERPRETACIÓN	EXPLICACIÓN
Promedio de notas	Estado Civil	-0.56	Correlación fuerte	Las dos variables se correlacionan en sentido inverso. A valores altos de una de ellas le suelen corresponder valores bajos de la otra y viceversa.
	Ingresos en el hogar	-0.27	Correlación débil	
	Fuente de recursos de estudio	-0.49	Correlación moderada	
	Tipo de hogar	-0.36	Correlación moderada	
	Tipo de vivienda	-0.1	Correlación nula	
	Género	0.16	Correlación débil	Las dos variables se correlacionan en sentido directo. A valores altos de una le corresponden valores altos de la otra e igualmente con los valores bajos.

4.3.RELACIÓN CON TRABAJOS PREVIOS

El rendimiento académico y sus factores de influencia es un campo muy investigado en la actualidad, su importancia recae en los costos de inversión que realiza el Estado o el sector privado y las consecuencias que genera en la sociedad. La presente investigación se suma a la tendencia de Esteban, et al. [7] y Reales et al. [60] en cuanto a las variables influyentes en progreso académico y permanencia en la universidad, y, toma en consideración las propuestas de implementación de un DDS expuestas por Ankita Kanojiya [21], [24] y Viral Nagori [25].

CONCLUSIONES

- El estudio de diferentes fuentes bibliográficas permitió determinar: las fases principales del proceso de toma de decisiones; el tipo, los componentes y las formas de salida producidas para de diseño del DSS; y, los elementos fundamentales para su implementación.
- El desarrollo del sistema de soporte de decisiones propuesto comprende la ejecución del análisis de requerimientos y data source, diseño del modelo lógico de la data warehouse, integración de datos y la implementación de informes estadísticos y aplicaciones analíticas; una fusión de las actividades planteadas en cada etapa de las metodologías de Hefesto y Kimball.
- El DSS implementado es tipo multiusuarios impulsado por datos y su arquitectura se compone de las capas de fuentes de datos, almacenamiento y visualización y analítica; se desarrolló mediante Power Bi y comprende funcionalidades enfocadas al análisis del rendimiento académico de los estudiantes de una IES pública, permitiendo a dicha institución contar con información estadística, integrada por áreas y de forma oportuna.
- Mediante la utilización de la prueba no paramétrica de chi cuadrado, se determinó la validez de la hipótesis afirmando así que, la implementación de un DSS optimiza el tiempo y la utilización del recurso humano para la generación de informes consolidados que apoyen en el análisis de los indicadores que influyen en el rendimiento académico de una IES pública.

RECOMENDACIONES

- Se debe definir objetivamente el esquema más adecuado para la implementación del DataWarehouse, dado que, la velocidad de respuesta a las peticiones de los usuarios depende de dicha selección.
- Para el desarrollo del DSS se debe tomar en consideración la infraestructura tecnológica con la que cuenta la institución u organización donde será implementada. En el caso particular del presente proyecto se utilizó una herramienta de pago debido al licenciamiento con el que cuenta la institución, sin embargo, existen herramientas de open access (libre acceso) como Pentaho o Tableau.
- La inclusión de los conjuntos de datos que pudieren generar los subsistemas Institucionales tales como: proyectos de investigación, proyectos de vinculación y publicaciones; enriquecerá significativamente al DSS y por ende al apoyo en el proceso de toma de decisiones con respecto a los profesores.
- Se recomienda la utilización de software para determinar el valor del estadístico que determine la validez de la hipótesis y los criterios de aceptación o rechazo que pudiere determinar dicha prueba.
- Cuando el análisis de correlación se realice en una materia específica, se recomienda tomar en consideración el tipo de materia (básica, profesionalizante, complementaria) dado que el rendimiento académico varía de acuerdo con ello.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. N. Pérez Cardoso *et al.*, «Deserción y repitencia en estudiantes de la carrera de Enfermería matriculados en el período 2010-2015. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 2017», *Educ. Médica*, vol. 20, n.º 2, pp. 84-90, mar. 2019, doi: 10.1016/j.edumed.2017.12.013.
- [2] R. Reussi, «La educación de pre y postgrado en América Latina», *Educ. Médica*, vol. 19, pp. 1-3, jul. 2018, doi: 10.1016/j.edumed.2018.03.001.
- [3] A. Nacional, *Ley Orgánica de Educación Superior*, vol. 3. 2010, p. 528.
- [4] CACES, «Política de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas en el marco del Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior», Consejo de aseguramiento de la calidad de Educación Superior, Quito, Políticas de calidad, ago. 2018.
- [5] C. Montmarquette, S. Mahseredjian, y R. Houle, «The determinants of university dropouts: a bivariate probability model with sample selection», *Econ. Educ. Rev.*, vol. 20, n.º 5, pp. 475-484, oct. 2001, doi: 10.1016/S0272-7757(00)00029-7.
- [6] E. Castaño, S. Gallón, J. Vasquez, y K. Gomez., «Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración», *Lect. Econ.*, pp. 39-65, 2004.
- [7] M. Esteban, A. Bernardo, E. Tuero, A. Cervero, y J. Casanova, «Variables influyentes en progreso académico y permanencia en la universidad», *Eur. J. Educ. Psychol.*, vol. 10, n.º 2, pp. 75-81, dic. 2017, doi: 10.1016/j.ejeps.2017.07.003.
- [8] M. García, A. Lamos Duarte, O. Vargas Rivera, G. Camargo Villalba, y N. Capacho, «Enfoques de aprendizaje, rendimiento académico y factores relacionados en estudiantes que cursan último año de los programas de la Facultad de Ciencias de la Salud», *Educ. Médica*, vol. 20, pp. 10-17, sep. 2019, doi: 10.1016/j.edumed.2017.11.008.
- [9] H.-C. She *et al.*, «Web-based undergraduate chemistry problem-solving: The interplay of task performance, domain knowledge and web-searching strategies», *Comput. Educ.*, vol. 59, n.º 2, pp. 750-761, sep. 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2012.02.005.
- [10] A. Khan y S. K. Ghosh, «Student performance analysis and prediction in classroom learning: A review of educational data mining studies», *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, n.º 1, pp. 205-240, ene. 2021, doi: 10.1007/s10639-020-10230-3.
- [11] A. Buldu y K. Üçgün, «Data mining application on students' data», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 2, n.º 2, pp. 5251-5259, 2010, doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.855.
- [12] K. Coussement y D. F. Benoit, «Interpretable data science for decision making», *Decis. Support Syst.*, vol. 150, p. 113664, nov. 2021, doi: 10.1016/j.dss.2021.113664.
- [13] Y. Zha, «Application Scenarios and Practice Essence of Data Science Based on Big Data Analysis», en *2020 International Conference on Advance in Ambient Computing and Intelligence (ICAACI)*, Ottawa, ON, Canada, sep. 2020, pp. 60-62. doi: 10.1109/ICAACI50733.2020.00017.
- [14] M. Hu y S. Cleland, «A Pilot Study of Developing Introductory Course in Data Analytics and Business Intelligence», en *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Covington, KY, USA, oct. 2019, pp. 1-7. doi: 10.1109/FIE43999.2019.9028649.

- [15] M. D. Bailey y D. Michaels, «An optimization-based DSS for student-to-teacher assignment: Classroom heterogeneity and teacher performance measures», *Decis. Support Syst.*, vol. 119, pp. 60-71, abr. 2019, doi: 10.1016/j.dss.2019.02.006.
- [16] L. Ploywattanawong, «Decision support systems model for admission to Higher Education», en *2016 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC)*, Chengdu, China, oct. 2016, pp. 1359-1363. doi: 10.1109/CompComm.2016.7924926.
- [17] D. Pessach, G. Singer, D. Avrahami, H. Chalutz Ben-Gal, E. Shmueli, y I. Ben-Gal, «Employees recruitment: A prescriptive analytics approach via machine learning and mathematical programming», *Decis. Support Syst.*, vol. 134, p. 113290, jul. 2020, doi: 10.1016/j.dss.2020.113290.
- [18] Y. Huang y S. Meng, «Automobile insurance classification ratemaking based on telematics driving data», *Decis. Support Syst.*, vol. 127, p. 113156, dic. 2019, doi: 10.1016/j.dss.2019.113156.
- [19] Y. Wu, Y. Xu, y J. Li, «Feature construction for fraudulent credit card cash-out detection», *Decis. Support Syst.*, vol. 127, p. 113155, dic. 2019, doi: 10.1016/j.dss.2019.113155.
- [20] G. Phillips-Wren, M. Daly, y F. Burstein, «Reconciling business intelligence, analytics and decision support systems: More data, deeper insight», *Decis. Support Syst.*, vol. 146, p. 113560, jul. 2021, doi: 10.1016/j.dss.2021.113560.
- [21] G. Fragomeni, G. Tradigo, L. T. Gaudio, y P. Veltri, «Development of a DSS for cardiovascular prevention and rehabilitation», en *2017 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*, Kansas City, MO, nov. 2017, pp. 1307-1311. doi: 10.1109/BIBM.2017.8217851.
- [22] A. Cano y J. D. Leonard, «Interpretable Multiview Early Warning System Adapted to Underrepresented Student Populations», *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 12, n.º 2, pp. 198-211, abr. 2019, doi: 10.1109/TLT.2019.2911079.
- [23] N. Rabin, M. Golan, G. Singer, y D. Kleper, «Modeling and Analysis of Students' Performance Trajectories using Diffusion Maps and Kernel Two-Sample Tests», *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 85, pp. 492-503, oct. 2019, doi: 10.1016/j.engappai.2019.07.004.
- [24] N. Gandhi, L. J. Armstrong, y O. Petkar, «Proposed decision support system (DSS) for Indian rice crop yield prediction», en *2016 IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, Chennai, India, jul. 2016, pp. 13-18. doi: 10.1109/TIAR.2016.7801205.
- [25] A. Kanojiya y V. Nagori, «Analysis of Architecture and Forms of Outputs of Decision Support Systems implemented for different domains», en *2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*, Coimbatore, abr. 2018, pp. 346-350. doi: 10.1109/ICICCT.2018.8472981.
- [26] D. Comunicacion, «Antecedentes», *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/esPOCH.html> (accedido 2 de noviembre de 2021).
- [27] A. Nacional, *Constitución de la República del Ecuador*, vol. 1. 2008.
- [28] M. Del Valle, L. Matos, A. Díaz, M. V. Pérez, y J. Vergara, «Propiedades psicométricas escala satisfacción y frustración necesidades psicológicas (ESFNPB) en universitarios chilenos», *Propósitos Represent.*, vol. 6, n.º 1, ene. 2018, doi: 10.20511/pyr2018.v6n1.202.

- [29] V. Martínez-Otero Pérez, «Diversos condicionantes del fracaso escolar en la educación secundaria», *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 51, pp. 67-85, sep. 2009, doi: 10.35362/rie510622.
- [30] J. García, «Los alumnos de la Universidad de Salamanca. Características y Rendimiento Académico.», *Teoría Educ.*, p. 2.
- [31] R. E., «El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo», *REICE Rev. Iberoam. Sobre Calid. Efic. Cambio En Educ.*, vol. 1, p. 0, 2003.
- [32] I. Marqués, «Apuntes sobre el Informe Coleman. Sobre la Difícil Convivencia de los Principios Igualitarios en un Mundo Desigual», *Int. J. Sociol. Educ.*, vol. 5, n.º 2, pp. 107-126, jun. 2016, doi: 10.17583/rise.2016.2092.
- [33] S. San Martín Gutiérrez, N. Jiménez Torres, y E. Jerónimo Sánchez-Beato, «La evaluación del alumnado universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior», *Aula Abierta*, vol. 44, n.º 1, pp. 7-14, ene. 2016, doi: 10.1016/j.aula.2015.03.003.
- [34] Robert B. Kozma, *Technology, Innovation and Educational Change: A Global Perspective*, Eugene. 2003.
- [35] M. A. Norasiah y A. Norhayati, «Intelligent student information system», en *4th National Conference of Telecommunication Technology, 2003. NCTT 2003 Proceedings.*, Shah Alam, Malaysia, 2003, pp. 212-215. doi: 10.1109/NCTT.2003.1188338.
- [36] S. Machin, S. McNally, y O. Silva, «New Technology in Schools: Is There a Payoff?», *Econ. J.*, vol. 117, n.º 522, pp. 1145-1167, jul. 2007, doi: 10.1111/j.1468-0297.2007.02070.x.
- [37] Aristizabal, G., M. Caicedo and D. Escandón, «Las tecnologías de la información y comunicación como determinante en el rendimiento académico escolar, Colombia 2006-2009», 2009.
- [38] P. Carrillo, O. Mercedes, y J. Ponce, «Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador», 2011, n.º 78, p. 31, abr. 2011, doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1818756>.
- [39] S. Numprasertchai y Y. Poovarawan, «Enhancing University Competitiveness through ICT based Knowledge Management System», en *2006 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, Singapore, China, jun. 2006, vol. 1, pp. 417-421. doi: 10.1109/ICMIT.2006.262196.
- [40] Norehan Haron and Awaluddin Mohamed Shaharoun, «Self-Regulated Learning, Students' Understanding and Performance in Engineering Statics», 2011.
- [41] S. H. Jafari Petruudi, M. Pirouz, y B. Pirouz, «Application of fuzzy logic for performance evaluation of academic students», en *2013 13th Iranian Conference on Fuzzy Systems (IFSC)*, Qazvin, Iran, ago. 2013, pp. 1-5. doi: 10.1109/IFSC.2013.6675615.
- [42] K. Ganeshan y X. Li, «An intelligent student advising system using collaborative filtering», en *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Camino Real El Paso, El Paso, TX, USA, oct. 2015, pp. 1-8. doi: 10.1109/FIE.2015.7344381.
- [43] S. Ikbal, A. Tamhane, B. Sengupta, M. Chetlur, S. Ghosh, y J. Appleton, «On early prediction of risks in academic performance for students», *IBM J. Res. Dev.*, vol. 59, n.º 6, p. 5:1-5:14, nov. 2015, doi: 10.1147/JRD.2015.2458631.
- [44] R. Patil, S. Salunke, M. Kalbhor, y R. Lomte, «Prediction System for Student Performance Using Data Mining Classification», en *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)*, Pune, India, ago. 2018, pp. 1-4. doi: 10.1109/ICCUBEA.2018.8697770.

- [45] F. Aman, A. Rauf, R. Ali, F. Iqbal, y A. M. Khattak, «A Predictive Model for Predicting Students Academic Performance», en *2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*, PATRAS, Greece, jul. 2019, pp. 1-4. doi: 10.1109/IISA.2019.8900760.
- [46] F. J. Kaunang y R. Rotikan, «Students' Academic Performance Prediction using Data Mining», en *2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, Palembang, Indonesia, oct. 2018, pp. 1-5. doi: 10.1109/IAC.2018.8780547.
- [47] M. V. Amazona y A. A. Hernandez, «User Acceptance of Predictive Analytics for Student Academic Performance Monitoring: Insights from a Higher Education Institution in the Philippines», en *2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, Bali, Indonesia, oct. 2019, pp. 124-127. doi: 10.1109/TSSA48701.2019.8985457.
- [48] S. M. Muthukrishnan, N. B. M. Yasin, y M. Govindasamy, «Big data framework for students' academic performance prediction: A systematic literature review», en *2018 IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, Penang, abr. 2018, pp. 376-382. doi: 10.1109/ISCAIE.2018.8405502.
- [49] Z. Qiang, F. Dai, H. Lin, y Y. Dong, «Research on the Course System of Data Science and Engineering Major», en *2019 IEEE International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI)*, Kunming, China, ago. 2019, pp. 90-93. doi: 10.1109/CSEI47661.2019.8938944.
- [50] I. Ramirez-Morales, B. Mazon-Olivo, y A. Pan, «Capítulo 1: Ciencia de datos en el sector agropecuario», 2018, pp. 12-44.
- [51] NIST Big Data Public Working Group Definitions and Taxonomies Subgroup, «NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 1, Definitions», National Institute of Standards and Technology, NIST SP 1500-1, oct. 2015. doi: 10.6028/NIST.SP.1500-1.
- [52] E. Ahumada Tello y J. M. A. Perusquia Velasco, «Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica», *Contad. Adm.*, vol. 61, n.º 1, pp. 127-158, ene. 2016, doi: 10.1016/j.cya.2015.09.006.
- [53] K. C. Laudon y J. P. Laudon, *Sistemas de Información Gerencial*, Decimosegunda., vol. 1, 12 vols. Mexico: Pearson Educación de México, S.A. de C.V, 2012.
- [54] R. H. Sprague, «A Framework for the Development of Decision Support Systems», *MIS Q.*, vol. 4, n.º 4, pp. 1-26, 1980.
- [55] H. A. Simon, *The new science of management decision*. New York, NY, US: Harper & Brothers, 1960, pp. xii, 50. doi: 10.1037/13978-000.
- [56] R. Sharda, D. Delen, E. Turban, J. Aronson, y T. Liang, «Business intelligence and analytics», *Syst. Decesion Support*, 2014.
- [57] V. P. Bresfelean y N. Ghisoiu, «Higher Education Decision Making and Decision Support Systems», vol. 7, n.º 2, p. 10, 2010.
- [58] C. Tudor y R. Sova, «Flexible Decision Support System for Algorithmic Trading: Empirical Application on Crude Oil Markets», *IEEE Access*, vol. 10, pp. 9628-9644, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3143767.
- [59] D. J. Poder, «Sistemas de soporte de decisiones: conceptos y recursos para Gerentes», p. 257.
- [60] N. Arrieta-Reales y G. Arnedo-Franco, «Sustancias inhibidoras de sueño, hábitos de estudio y rendimiento académico en estudiantes de medicina y enfermería de

- universidades de la ciudad de Barranquilla, Colombia», *Educ. Médica*, vol. 21, n.º 5, pp. 306-312, sep. 2020, doi: 10.1016/j.edumed.2018.10.009.
- [61] T. Thiele, A. Singleton, D. Pope, y D. Stanistreet, «Predicting students' academic performance based on school and socio-demographic characteristics», *Stud. High. Educ.*, vol. 41, n.º 8, pp. 1424-1446, ago. 2016, doi: 10.1080/03075079.2014.974528.
- [62] H. Thu Thi Le *et al.*, «Factors Affecting Academic Performance of First-Year University Students: A Case of a Vietnamese University», *Int. J. Educ. Pract.*, vol. 8, n.º 2, pp. 221-232, 2020, doi: 10.18488/journal.61.2020.82.221.232.
- [63] S. B. Alos, L. C. Caranto, y J. J. T. David, «Factors Affecting the Academic Performance of the Student Nurses of BSU», *Int. J. Nurs. Sci.*, vol. 5, n.º 2, pp. 60-65, 2015.
- [64] J. Spray, R. Sinha, A. Sen, y X. Cheng, «Building Maintainable Software Using Abstraction Layering», *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 48, n.º 11, pp. 4397-4410, nov. 2022, doi: 10.1109/TSE.2021.3119012.
- [65] «PORTAL ISO 25000». <https://iso25000.com/> (accedido 11 de agosto de 2022).
- [66] D. Comunicacion, «Misión y Visión», *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <https://www.esepoch.edu.ec/index.php/mision-vision.html> (accedido 6 de noviembre de 2021).
- [67] I. Menes, «Informe final proceso de autoevaluación de carreras». febrero de 2020.
- [68] T. Fontaines-Ruiz, *Metodología de la investigación. Pasos para realizar el proyecto de investigación.*, 4.ª ed. Caracas, Venezuela: Ediciones Júpiter, 2012.
- [69] R. Bisquerra Alzina, I. Dorio Alcaraz, J. Gómez Alonso, A. Latorre Beltrán, F. Martínez Olmo, y I. Massot Lafon, *Metodología de la investigación educativa*, 2009.ª ed. Madrid: La Muralla, S.A, 2009.
- [70] F. González, «¿QUÉ ES UN PARADIGMA? ANÁLISIS TEÓRICO, CONCEPTUAL Y PSICOLINGÜÍSTICO DEL TÉRMINO», vol. 20, 2005.
- [71] L. A. Del Sol Fabregat, E. Tejeda Castañeda, y J. M. Mirabal Díaz, «Los métodos teóricos: una necesidad de conocimiento en la investigación científico-pedagógica», *EDUMECENTRO*, vol. 9, pp. 250-253, dic. 2017.
- [72] D. Acosta Luis, W. A. Rodríguez López, M. F. Peñaherrera Larenas, S. García Hevia, y Y. La O Mendoza, «Methodology of the investigation in higher education; [Metodología de la investigación en la educación superior]», *Universidad y Sociedad*, vol. 13, n.º 4. pp. 283-293, 2021.
- [73] C. José Díaz Novás, C. Bárbara Rosa Gallego Machado, y C. Adela Calles Calviño, «Rules and implementation of the deductive-hypothetical method in diagnosis; [Bases y aplicación del método hipotético-deductivo en el diagnóstico]», *Revista Cubana de Medicina General Integral*, vol. 27, n.º 3. pp. 378-387, 2011.
- [74] A. R. Jiménez y U. de Artemisa, «Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento».
- [75] D. A. Rojas Plasencia, Y. Vilaú Aguiar, y M. Camejo Puentes, «La instrumentación de los métodos empíricos en los investigadores potenciales de las carreras pedagógicas.», *Mendive Rev. Educ.*, vol. 16, pp. 238-246, jun. 2018.
- [76] L. María Hernández Cruz *et al.*, «Use of the Hefesto v2.0 methodology to implement a Data warehouse: Case applied COVID-19», en *2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, jun. 2022, pp. 1-6. doi: 10.23919/CISTI54924.2022.9820132.
- [77] A. Aguilar-Chávez, J. Banda-Barrientos, y M. Cabanillas-Carbonell, «Business Intelligence, Based on the Ralph Kimball Methodology, for Decision-Making in

- General Management», en *2021 16th International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering (ISKE)*, nov. 2021, pp. 643-646. doi: 10.1109/ISKE54062.2021.9755430.
- [78] B. Mazon-Olivo *et al.*, «Dashboard para el soporte de decisiones en empresas del sector minero», presentado en *Conference Proceedings*, jun. 2017, vol. 1, p. 6.
- [79] raunakjhawar, «Extracción, transformación y carga de datos (ETL) - Azure Architecture Center». <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/relational-data/etl> (accedido 16 de octubre de 2022).
- [80] M. P. A. Torres y F. Chevez-Ponce, «LA ESCALA DE LIKERT EN LA MEDICIÓN DE LAS TIC Y LA EXCLUSIÓN SOCIAL», 2021.
- [81] A. M. F. Echauri, H. Minami, y M. J. I. Sandoval, «La Escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos».
- [82] J. Hernández-Lalinde *et al.*, «On the proper use of the Pearson correlation coefficient: Checking assumptions through an example applied to health sciences; [Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: Verificación de supuestos mediante un ejemplo aplicado a las ciencias de la salud]», *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, vol. 38, n.º 5. pp. 552-561, 2018.
- [83] Q. Yu, L. Li, H. Zhao, Y. Liu, y K.-Y. Lin, «Evaluation System and Correlation Analysis for Determining the Performance of a Semiconductor Manufacturing System», *Complex Syst. Model. Simul.*, vol. 1, n.º 3, pp. 218-231, 2021, doi: 10.23919/CSMS.2021.0015.
- [84] C. Bojo Canales y J. Sanz-Valero, «Impact and prestige indicators of SciELO network health sciences journals: comparative study; [Indicadores de impacto y prestigio de las revistas de ciencias de la salud indizadas en la Red SciELO: estudio comparativo]», *Revista española de salud pública*, vol. 94. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091265281&partnerID=40&md5=83c801dd99d190f6a4086e29af2be10f>
- [85] J. Hernandez y E. Peñaloza, «Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones», *Soc. Venez. Farmacol. Clínica Ter.*, vol. 37, n.º 5, p. 9, 2018.

ANEXOS

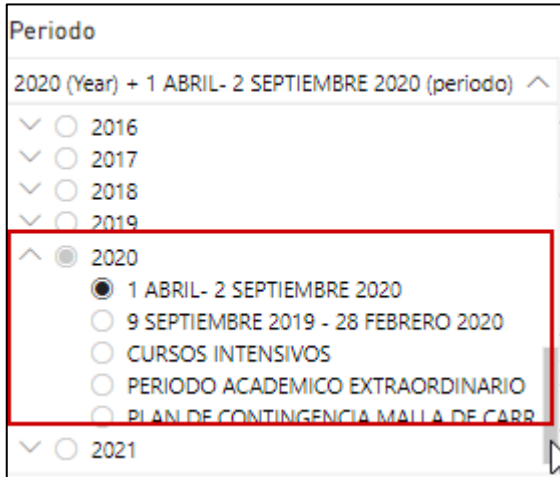
SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIÓN

1.GENERALIDADES	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Filtro Periodo.....	98
1.2. Modo de exploración en un objeto visual de Power Bi.....	98
2.REPORTE	100
2.1. Caratula	100
2.2. Docentes.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Estudiantes	101
2.4. Rendimiento Académico	101
2.5. Egresamiento y titulación.....	102
3.DATOS FUENTE	103

1.GENERALIDADES

1.1. Filtro Periodo

Filtro “Periodo” se encuentra los datos del año de inicio de periodo, dentro del año se encuentra la descripción del periodo, mismo filtro que afectara a todo el reporte Estudiantes y Rendimiento Académico ya que se encuentra presente en los dos reportes.



1.2. Modo de exploración en un objeto visual de Power Bi

¿No está seguro de qué objetos visuales de Power BI contienen una jerarquía? Mantenga el cursor sobre un objeto visual. Si ve una combinación de estos controles de detalle en la parte superior, el control visual tiene una jerarquía.



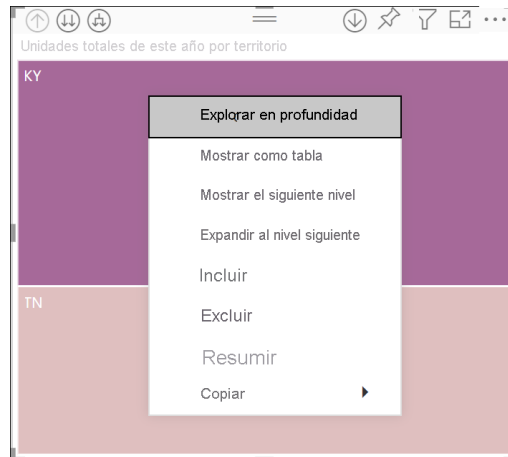
Dos maneras de acceder a las características de exploración

Tiene dos maneras de acceder a las características de exploración en profundidad, obtención de detalles y expansión de los objetos visuales que tienen jerarquías. Pruébelas y use la que más le guste.


- Primera: mantenga el mouse sobre un objeto visual para ver y usar los iconos. Seleccione la flecha hacia abajo para activar primero la característica de exploración en profundidad. El fondo gris le permite saber que esta opción está activa.



- Segunda: haga clic con el botón derecho en un objeto visual para mostrar el menú y usarlo.



Rastrear desagrupando datos un solo campo a la vez

1. Asegúrese de que el icono de exploración en profundidad sigue activado, . Ahora tiene la opción de explorar en profundidad **un solo campo a la vez** si selecciona un elemento visual. Barras, burbujas y hojas son ejemplos de elementos visuales.

Si no activa la opción de explorar en profundidad, la selección de un elemento visual (como una barra, burbuja u hoja) no explorará en profundidad, sino que aplicará un filtro cruzado a los otros gráficos de la página del informe.

2. Seleccione el nodo hoja para **TN**. Ahora en el gráfico de rectángulos se muestran todos los territorios de Tennessee que tienen una tienda.
3. En este momento, puede hacer lo siguiente:
 1. Seguir profundizando para Tennessee.
 2. Explorar en profundidad para una ciudad determinada de Tennessee.
 3. Expanda en su lugar.

Sigamos rastreando desagrupando datos de un solo campo a la vez. Seleccione **Knoxville, TN**. El gráfico de rectángulos muestra ahora el código postal de la tienda en Knoxville.

Observe que el título cambia a medida que realiza la exploración en profundidad y vuelve a agruparlos de nuevo.

Explore en profundidad un campo más. Seleccione el código postal **37919** y explore en profundidad el nombre de la tienda.

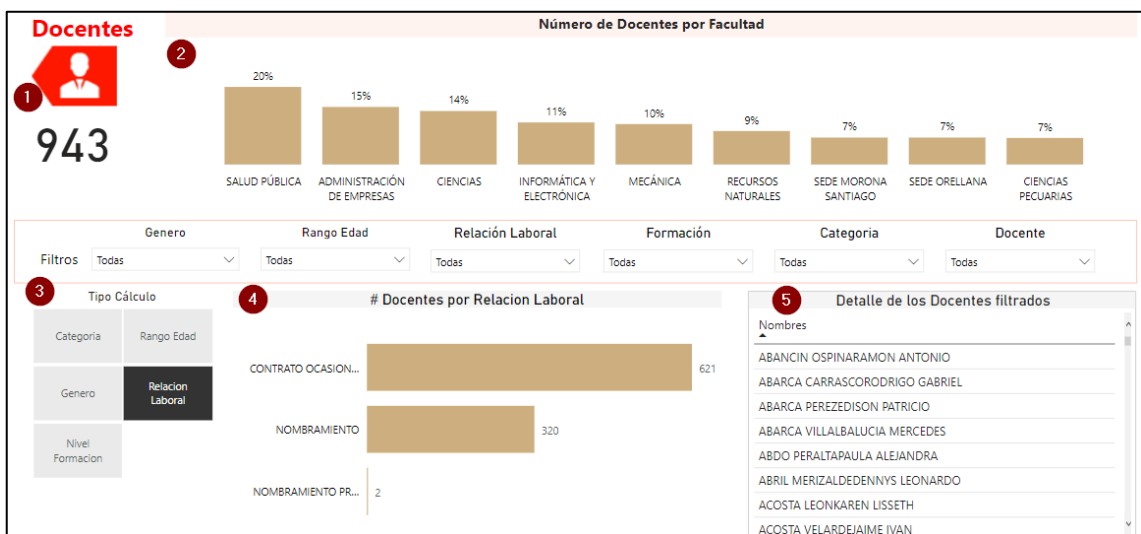
En estos datos en concreto, puede que explorar en profundidad todos los niveles a la vez no sea interesante. Vamos a probar mejor con la expansión.

2. REPORTE

2.1. Caratula

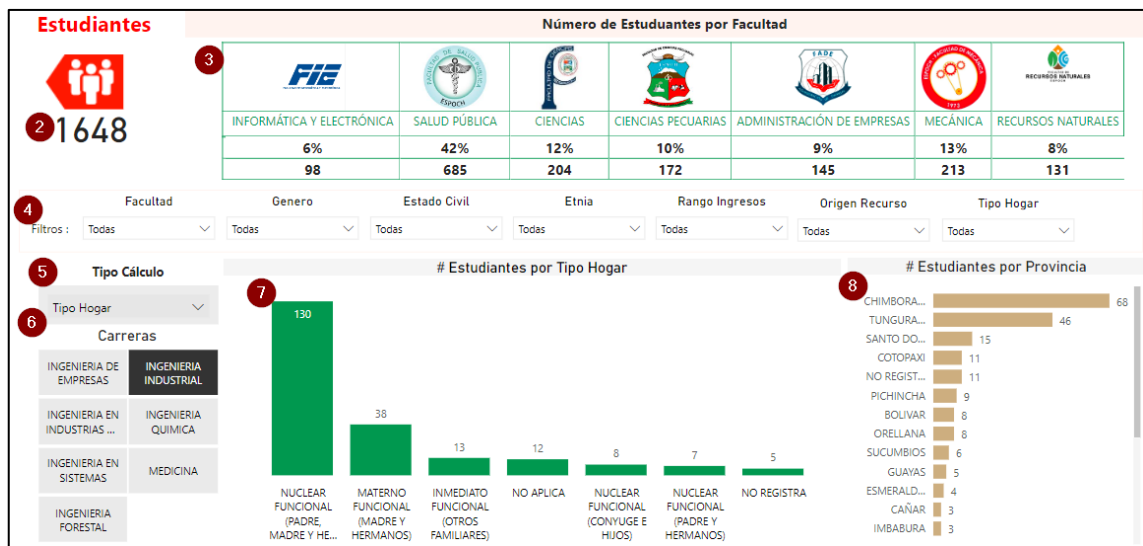


2.2. Docentes

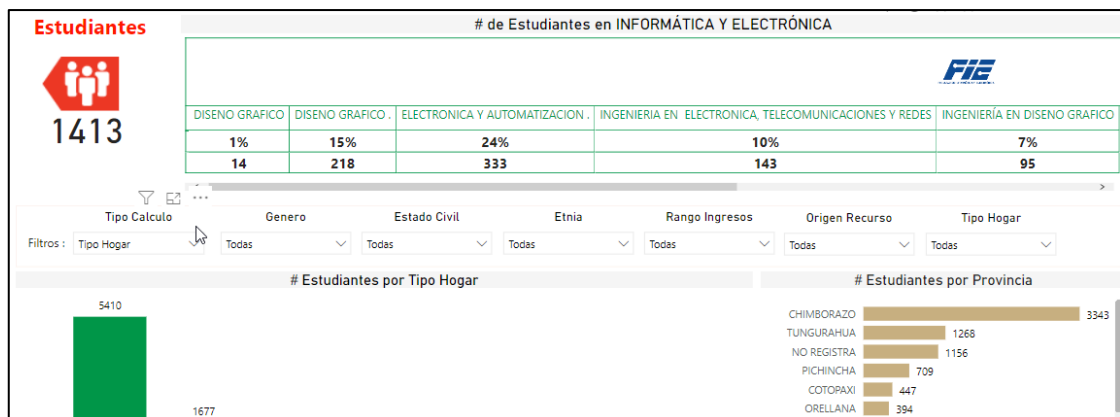


1. Número de Docentes: es el conteo de las cédulas distintas de los Docentes en la base de datos, dicho número puede verse afectado por los filtros.
2. Corresponde al "Número de Docentes" distribuido en las distintas facultades, se refleja el número de docentes, y en la ventana emergente el porcentaje que es tomado el número de docentes para el total de docentes.
3. Corresponde a un filtro que se debe utilizar para el gráfico 4,
4. Gráfico que muestra el "Número de Docentes" por: Categoría, Rango Edad, Género, Nivel formación y Relación Laboral, dependerá de la selección en el filtro "Tipo Cálculo".
5. Se muestra un detalle de los nombres de los Docentes, según los filtros aplicados

2.3. Estudiantes

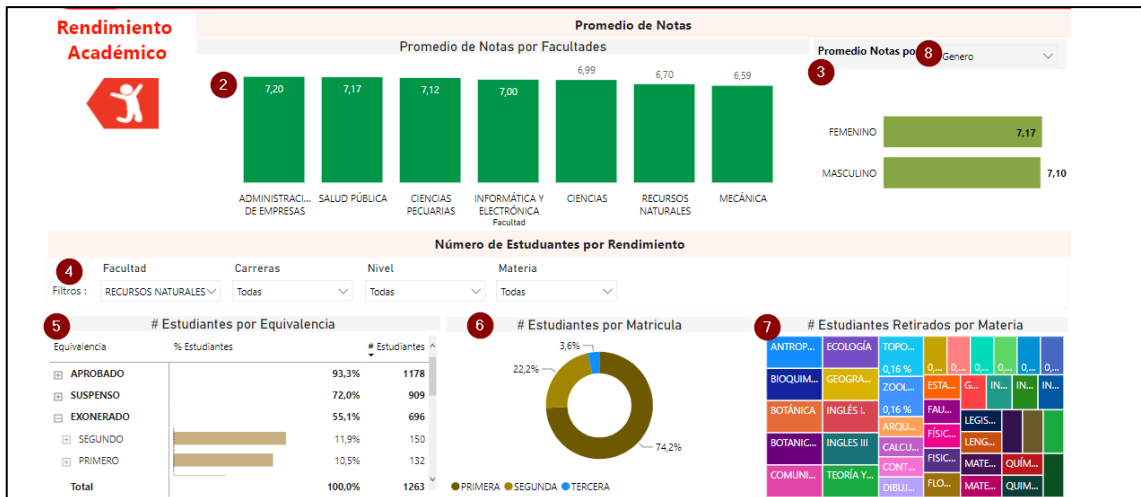


1. Filtro "Periodo"
2. Número de Estudiantes: es el conteo de las cédulas distintas de los Estudiantes en la base de datos, dicho número puede verse afectado por los filtros.
3. Corresponden los datos en número y % de la cantidad de estudiantes dentro de una facultad según el periodo seleccionado. También tiene la funcionalidad del DrillDown dentro de cada facultada, los datos mostrados son por carrera, como lo muestra la imagen.



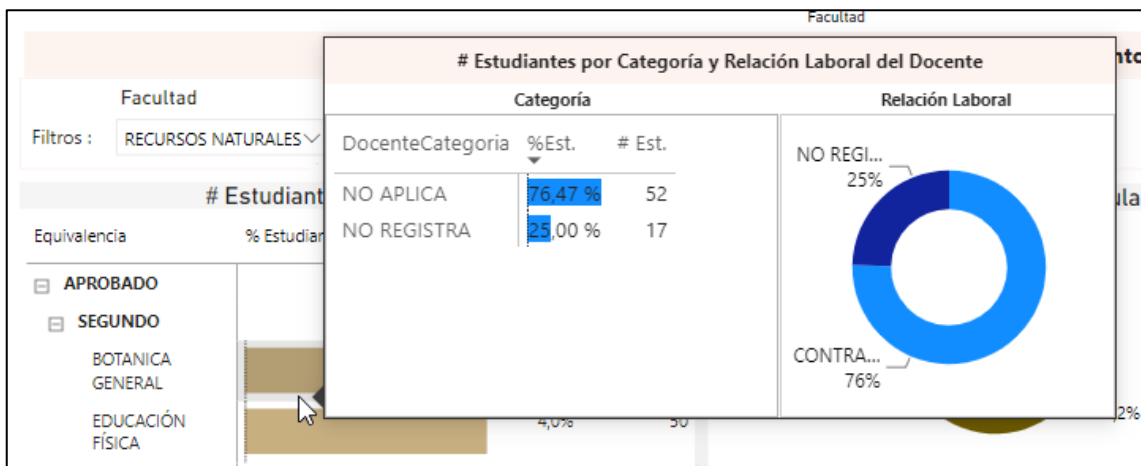
4. Sección de filtros
5. Filtro para el tipo de cálculo del gráfico 7
6. Filtro de las Facultades para el gráfico 7 y 8
7. Representa el número de estudiantes distribuido por Tipo Hogar, Origen recursos, Etnia, genero, Estado civil, tipo beca, Tipo vivienda, dependerá del filtro 5.
8. Representa el número de estudiantes distribuido por Provincia.

2.4. Rendimiento Académico

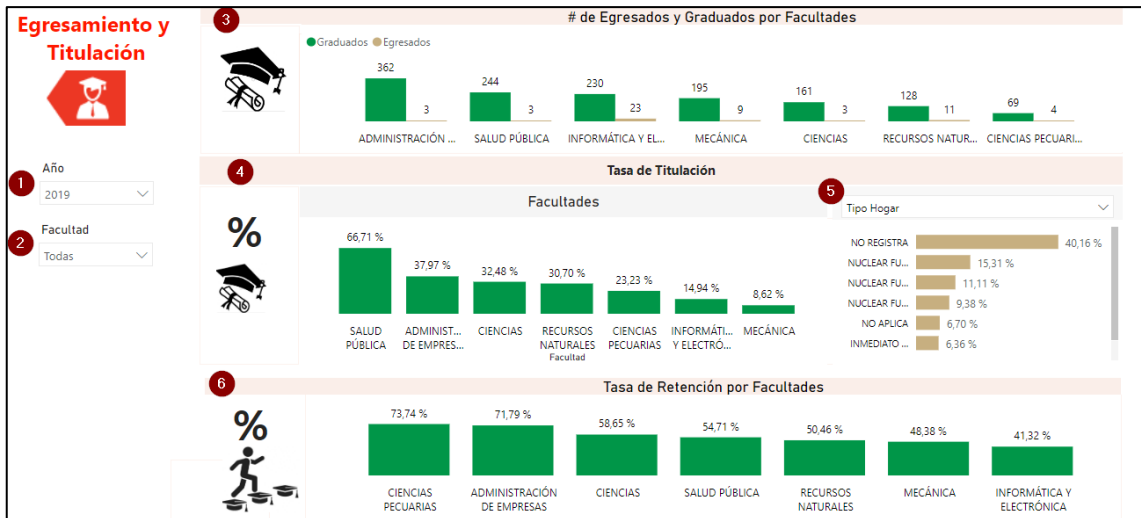


1. Filtro "Periodo"
2. Promedio de Notas, dicho grafico tiene Jerarquía al siguiente nivel:
 - Facultad. - Se calcula por el promedio de las Notas de las Carreras dentro de la Facultad
 - Carrera. - Se calcula por el promedio de las Notas de los Niveles dentro de la Carrera
 - Nivel. - Se calcula por el promedio de las Notas de las Materias dentro del Nivel
 - Materia. - Se calcula por la suma de las notas dividido para el número de estudiantes
3. Promedio de Notas por Tipo Hogar, Origen recursos, Etnia, genero, Estado civil, Tipo vivienda, dependerá del filtro 8.
4. Sección de filtros
5. Número de Estudiantes por equivalencia, dicho grafico tiene Jerarquía al siguiente nivel:
 - Equivalencia
 - Nivel
 - Materia

Al posicionarse el Mouse en las barras, se tiene el dato de la cantidad de Estudiantes por la categoría del docente, y la Relación Laboral del Docente.



6. Número de Estudiantes por número de Matricula
 7. Número de Estudiantes Retirados por materia.
- 2.5. Egresamiento y titulación



1. Filtro Año.
2. Filtro Facultad
3. Número de Estudiantes Egresados y Graduados por Facultad en el año seleccionado, dicho grafico tiene al siguiente nivel Carrera. Al pasar el mouse por la barra se pueden visualizar los datos el número de estudiantes por provincia.



4. Tasa de Titulación por Facultad, dicho grafico tiene Jerarquía al nivel Carrera.
5. Tasa de Titulación por Tipo Hogar, Origen recursos, Etnia, genero, Estado civil, Tipo vivienda, dependerá del filtro 5.
6. Tasa de Retención por Facultad, dicho grafico tiene Jerarquía al nivel Carrera.

3.DATOS FUENTE

Para el reporte se utilizaron varias bases de datos de un solo Servidor, a continuación, se detallan el nombre de las bases de datos y las tablas utilizadas:

Nombre base de Datos	Nombre Tabla
OAS_Master	Carreras
_profesores	facultad

Se crearon las siguientes Vistas

Nombre base de Datos	Nombre Vista
_profesores	vwProfesores

Nombre base de Datos	Nombre Vista
SB_BienestarEstudiantil	vwEstudiantesBienestar

En cada base de datos de cada Carrera se creo una vista, que difiere únicamente el valor del campo strBaseDatos, y también difiere el nombre de la Vista, el código de la vista, se la muestra a continuación:

Las bases integradas fueron las siguientes, se detalla el nombre de la base, el nombre de la vista dentro de la base y el valor del campo strBaseDatos

Nombre base de Datos	Nombre Vista	Valor del campo strBaseDatos
OAS_BioAmbientaMa	vwMatriculasBioAmbientaMa	OAS_BioAmbientaMa
OAS_Biofisica	vwMatriculasBiofisica	OAS_Biofisica
OAS_BioquimicaFarma	vwMatriculasBioquimicaFarma	OAS_BioquimicaFarma
OAS_BioquimicaR	vwMatriculasBioquimicaR	OAS_BioquimicaR
OAS_DisenioGraficoR	vwMatriculasDisenoGraficoR	OAS_DisenioGraficoR
OAS_EducSalud	vwMatriculasEducSalud	OAS_EducSalud
OAS_ElectronicaAutomaR	vwMatriculasElectronicaAutomaR	OAS_ElectronicaAutomaR
OAS_EstadisticaR	vwMatriculasEstadisticaR	OAS_EstadisticaR
OAS_Fisica	vwMatriculasFisica	OAS_Fisica
OAS_Gastronomia	vwMatriculasGastronomia	OAS_Gastronomia
OAS_GeoMinasMa	vwMatriculasGeoMinasMa	OAS_GeoMinasMa
OAS_IngAgronomia_O	vwMatriculasAgronomia_O	OAS_IngAgronomia_O
OAS_IngAgronomica	vwMatriculasAgronomica	OAS_IngAgronomica
OAS_IngAmbiental_O	vwMatriculasAmbiental_O	OAS_IngAmbiental_O
OAS_IngAmbientaMa	vwMatriculasAmbientaMa	OAS_IngAmbientaMa
OAS_IngAmbientaR	vwMatriculasAmbientaR	OAS_IngAmbientaR
OAS_IngAutomotriz	vwMatriculasAutomotriz	OAS_IngAutomotriz
OAS_IngAutomotrizR	vwMatriculasAutomotrizR	OAS_IngAutomotrizR
OAS_IngComercial	vwMatriculasComercial	OAS_IngComercial
OAS_IngContAuditoria	vwMatriculasContAuditoria	OAS_IngContAuditoria
OAS_IngDisGrafico	vwMatriculasDisGrafico	OAS_IngDisGrafico
OAS_IngDisGraficoLic	vwMatriculasDisGraficoLic	OAS_IngDisGraficoLic
OAS_IngEcoturismo	vwMatriculasEcoturismo	OAS_IngEcoturismo
OAS_IngEcoturismoMa	vwMatriculasEcoturismoMa	OAS_IngEcoturismoMa
OAS_IngElecControlIndustr	vwMatriculasElecControlIndustr	OAS_IngElecControlIndustr
OAS_IngElecTeleRedes	vwMatriculasElecTeleRedes	OAS_IngElecTeleRedes
OAS_IngEmpresas	vwMatriculasEmpresas	OAS_IngEmpresas
OAS_IngEmpresasDual	vwMatriculasEmpresasDual	OAS_IngEmpresasDual
OAS_IngEmpresasLic	vwMatriculasEmpresasLic	OAS_IngEmpresasLic
OAS_IngEstInformatica	vwMatriculasEstInformatica	OAS_IngEstInformatica
OAS_IngFinanzas	vwMatriculasFinanzas	OAS_IngFinanzas

Nombre base de Datos	Nombre Vista	Valor del campo strBaseDatos
OAS_IngForestal	vwMatriculasForestal	OAS_IngForestal
OAS_IngForestalR	vwMatriculasForestalR	OAS_IngForestalR
OAS_IngIndPecuarias	vwMatriculasPecuarias	OAS_IngIndPecuarias
OAS_IngIndustrial	vwMatriculasIndustrial	OAS_IngIndustrial
OAS_IngIndustrialR	vwMatriculasIndustrialR	OAS_IngIndustrialR
OAS_IngMantenimiento	vwMatriculasMantenimiento	OAS_IngMantenimiento
OAS_IngMarketing	vwMatriculasMarketing	OAS_IngMarketing
OAS_IngMecanica	vwMatriculasMecanica	OAS_IngMecanica
OAS_IngMinasMa	vwMatriculasIngMinasMa	OAS_IngMinasMa
OAS_IngQuimica	vwMatriculasQuimica	OAS_IngQuimica
OAS_IngRecursos	vwMatriculasRecursos	OAS_IngRecursos
OAS_IngSistemas	vwMatriculasSistemas	OAS_IngSistemas
OAS_IngTI	vwMatriculasIngTI	OAS_IngTI
OAS_IngTI_O	vwMatriculasIngTI_O	OAS_IngTI_O
OAS_IngTIMa	vwMatriculasIngTIMa	OAS_IngTIMa
OAS_IngTransporte	vwMatriculasTransporte	OAS_IngTransporte
OAS_IngZootecnia	vwMatriculasZootecnia	OAS_IngZootecnia
OAS_IngZootecnia_O	vwMatriculasZootecnia_O	OAS_IngZootecnia_O
OAS_IngZootecniaMa	vwMatriculasZootecniaMa	OAS_IngZootecniaMa
OAS_LicAdministracion	vwMatriculasLicAdministracion	OAS_LicAdministracion
OAS_LicContAudi	vwMatriculasLicContAudi	OAS_LicContAudi
OAS_LicDisGrafico	vwMatriculasLicDisGrafico	OAS_LicDisGrafico
OAS_LicTurismo_O	vwMatriculasLicTurismo_O	OAS_LicTurismo_O
OAS_MatematicaR	vwMatriculasMatematicaR	OAS_MatematicaR
OAS_Medicina	vwMatriculasMedicicna	OAS_Medicina
OAS_MedVeterinaria	vwMatriculasVeterinaria	OAS_MedVeterinaria
OAS_Nutricion	vwMatriculasNutricion	OAS_Nutricion
OAS_PromocionSalud	vwMatriculasPromocionSalud	OAS_PromocionSalud
OAS_Quimica	vwMatriculasQuimica	OAS_Quimica
OAS_QuimicaR	vwMatriculasQuimicaR	OAS_QuimicaR
OAS_TelecomunicacionesR	vwMatriculasTelecomunicacionesR	OAS_TelecomunicacionesR
OAS_TurismoR	vwMatriculasTurismoR	OAS_TurismoR
OAS_ZootecniaR	vwMatriculasZootecniaR	OAS_ZootecniaR