



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE
RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA, USAC 2012 A 2018**

Elmer Anselmo Calel Ramos

Asesorado por la MSc. Inga. Yuri Asucena Castro Estrada

Guatemala, marzo de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE
RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA, USAC 2012 A 2018**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELMER ANSELMO CALEL RAMOS

ASESORADO POR LA MSC. INGA. YURI ASUCENA CASTRO ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, MARZO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Christian Moisés de la Cruz Leal |
| VOCAL V | Br. Kevin Vladimir Armando Cruz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR | Ing. César Augusto Fernández Cáceres |
| EXAMINADOR | Ing. Herman Igor Véliz Linares |
| EXAMINADOR | Ing. César Rolando Batz Saquimux |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2012 A 2018

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 27 de enero de 2020.



Elmer Anselmo Calel Ramos

Ref. EEPFI-104-2020
Guatemala, 28 de enero de 2020

Director
Carlos Gustavo Alonzo
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas
Presente.

Estimado Ing. Alonzo:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Elmer Anselmo Calel Ramos** carné número **201213600**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en **Estadística Aplicada**.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.


Sin otro particular,

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Yuri Asucena Castro Estrada
Asesora
YURI ASUCENA CASTRO ESTRADA
Ingeniera en Ciencias y Sistemas
Colegiado No. 14,800


Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador de Maestría
Estadística Aplicada


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cortés
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EICS-001-2020

Guatemala, febrero de 2020

El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2012 A 2018**, presentado por el estudiante universitario Elmer Anselmo Calel Ramos, considerando que el protocolo es viable para realizar el Proceso de Graduación procedo con el AVAL, ya que cumple los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Alonzo', written over a horizontal line.


Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LOS CURSOS PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC 2012 A 2018**, presentado por el estudiante universitario: **Elmer Anselmo Caelel Ramos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, marzo de 2020.

AACE/asga
cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser el dador de la vida y porque de él proviene el conocimiento y la inteligencia.

Mi madre

Berta Ramos Pichiyá. Por ser un ejemplo de vida, valor, esfuerzo y mi inspiración.

Mis hermanos

Velveth, Walfred y Jessica Calel Ramos. Por todo el apoyo incondicional y por haber aplazado sus sueños para ver los míos realizados.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser mi casa durante los últimos años y seguirá siendo en los próximos. |
| Facultad de Ingeniería | Por abrirme las puertas para adquirir el conocimiento necesario para mi formación. |
| Mis amigos de la Facultad | Por todos los momentos vividos en los diferentes períodos de la carrera. |
| Mis amigos de la Maestría | Por la motivación a su manera que me brindaron. |
| Mis compañeros de trabajo | Por permitir que pueda aprender de ellos y apoyarme. |
| Mi asesora | Por el tiempo y esfuerzo invertido para el desarrollo de este trabajo. |
| Dra. Mayra Castillo | Por la paciencia y el seguimiento en el desarrollo de este trabajo. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------------|-----|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN..... | XI |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| 2. ANTECEDENTES | 3 |
| | |
| 3. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA | 9 |
| 3.1. Contexto general | 9 |
| 3.2. Descripción del problema | 11 |
| 3.3. Formulación del problema | 12 |
| 3.3.1. Pregunta central | 12 |
| 3.3.2. Preguntas auxiliares | 12 |
| 3.4. Delimitación del problema | 13 |
| | |
| 4. JUSTIFICACIÓN | 15 |
| | |
| 5. OBJETIVOS | 17 |
| 5.1. General..... | 17 |
| 5.2. Específicos | 17 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6. | NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN | 19 |
| 6.1. | Fase 1: revisión de literatura | 19 |
| 6.2. | Fase 2: gestión y recolección de datos | 20 |
| 6.3. | Fase 3: generación y análisis de información..... | 20 |
| 6.4. | Fase 4: interpretación de información | 21 |
| 6.5. | Fase 5: elaboración del informe final..... | 21 |
| 7. | MARCO TEÓRICO | 23 |
| 7.1. | Fundamentos estadísticos | 23 |
| 7.1.1. | Intervalos de confianza..... | 23 |
| 7.1.2. | Pruebas de hipótesis..... | 24 |
| 7.1.3. | Análisis de varianza de un solo factor | 26 |
| 7.1.4. | Análisis de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis..... | 28 |
| 7.1.5. | Pruebas de normalidad | 29 |
| 7.2. | Rendimiento académico e indicadores..... | 31 |
| 7.2.1. | Rendimiento académico..... | 31 |
| 7.2.2. | Indicadores..... | 32 |
| 8. | PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS | 35 |
| 9. | METODOLOGÍA | 37 |
| 9.1. | Características del estudio | 37 |
| 9.2. | Unidades de análisis | 37 |
| 9.3. | Variables | 38 |
| 9.4. | Fases del estudio | 39 |
| 9.4.1. | Fase 1: revisión de literatura | 39 |
| 9.4.2. | Fase 2: gestión y recolección de datos | 39 |
| 9.4.3. | Fase 3: generación y análisis de información..... | 39 |

| | | |
|--------|---|----|
| 9.4.4. | Fase 4: interpretación de información..... | 40 |
| 9.4.5. | Fase 5: elaboración del informe final | 40 |
| 10. | TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN..... | 41 |
| 11. | CRONOGRAMA..... | 43 |
| 12. | FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO | 45 |
| 12.1. | Factibilidad operativa..... | 45 |
| 12.2. | Factibilidad técnica | 45 |
| 12.3. | Factibilidad económica | 46 |
| 13. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 49 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---------------------------|----|
| 1. | Proceso de solución | 19 |
|----|---------------------------|----|

TABLAS

| | | |
|-------|---|----|
| I. | Cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas | 9 |
| II. | Intervalos de confianza para la media con desviación estándar poblacional conocida σ y muestra mayor o igual a 30..... | 24 |
| III. | Error de estimación para el intervalo de confianza de acuerdo con tipo de población | 24 |
| IV. | Casos posibles para probar una hipótesis | 26 |
| V. | Análisis de varianza | 27 |
| VI. | Variables de estudio..... | 38 |
| VII. | Cronograma | 43 |
| VIII. | Presupuesto | 46 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|---|
| <i>CME</i> | Cuadrado medio de error |
| <i>CMTR</i> | Cuadrado medio de tratamientos |
| σ | Desviación estándar |
| $Z_{\alpha/2}$ | Estadístico de prueba para dos colas |
| Z | Estadístico de prueba para una cola |
| \bar{X} | Gran media |
| H_A | Hipótesis alterna |
| H_0 | Hipótesis nula |
| \bar{X}_j | Media de cada tratamiento |
| \bar{x} | Media muestral |
| μ | Media poblacional |
| α | Nivel de confianza |
| r_j | Número de observaciones de cada tratamiento |
| X_{ij} | Observaciones de cada tratamiento |
| Σ | Sumatoria |
| <i>SCE</i> | Suma de cuadrados de error |
| <i>SCTR</i> | Suma de cuadrados de tratamientos |
| <i>SCT</i> | Suma de cuadrados total |
| n | Tamaño de la muestra |
| N | Tamaño de la población |
| F | Valor F de Fisher |
| D | Valor Kolmogorov-Smirnov |

GLOSARIO

| | |
|---------------------------|---|
| ANOVA | Análisis de varianza |
| CCIE | Centro de Cálculo e Investigación Educativa, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. |
| Hiótesis | Enunciado que se realiza de manera previa al desarrollo de una determina investigación. |
| Indicador | Comparación entre dos o más tipos de datos que sirve para elaborar una medida cuantitativa o una observación cualitativa. |
| Kolmogorov-Smirnov | Prueba estadística de normalidad para un conjunto de datos. |
| R | Lenguaje de programación especializado en estadística. |

RESUMEN

El rendimiento académico e indicadores son dos temas de gran importancia para las instituciones educativas en la actualidad. De su importancia nace la necesidad de definirlos para su comprensión. Existen varias formas y técnicas para su análisis, dependiendo del área o el énfasis que se les dese aplicar.

Los métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos son herramientas que nos permiten analizar de manera más puntual y acertada estos dos términos.

La carrea de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería USAC, es el objetivo para analizar por medio de estas herramientas estadísticas y así poder explicar el rendimiento académico e indicadores de los estudiantes de la carrera.

Intervalos de confianza, pruebas de hipótesis, análisis de varianza de un solo factor, análisis de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis y pruebas de normalidad, son los métodos que se aplicaran para el análisis de los datos de las asignaciones de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años de 2012 a 2018.

1. INTRODUCCIÓN

Para la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es muy importante tener presente la evolución del rendimiento académico de sus estudiantes para determinar si se están cumpliendo con los objetivos de enseñanza. Por lo que, en el estudio realizado se realizó el análisis de los indicadores de rendimiento académico en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en los años 2012 a 2018.

El rendimiento académico se abordó desde el punto de vista estadístico, a través del análisis de indicadores de cursos, áreas y género para poder encontrar posibles diferencias a nivel estadístico entre las variables mencionadas, esto aplicando métodos paramétricos o no paramétricos, según sean necesaria su aplicación a cada subpoblación en estudio.

Los resultados obtenidos apoyarán la toma de decisiones para la mejora de la enseñanza en los cursos a cargo de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, dado a que permiten conocer la situación real de éstos.

El informe final está estructurado en cuatro capítulos, el capítulo 1 presenta el análisis de estudios previos acerca del tema. El capítulo 2 se enfoca en los conceptos del rendimiento académico, indicadores y el fundamento estadístico con las técnicas estadísticas a aplicar, tanto paramétricas como no paramétricas. En el capítulo 3, se presentan los resultados del análisis y aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas. En el capítulo 4, se discuten los resultados obtenidos y que permiten la formulación de conclusiones y recomendaciones.

2. ANTECEDENTES

Existen estudios enfocados en el análisis de los indicadores de rendimiento y avance académicos para la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Específicamente para las Escuelas de Ciencias, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Civil. Estos estudios son de suma importancia para esta investigación dado su contenido y similitud. Además, constituye un conocimiento previo de la situación en la Facultad. Para otros países existen estudios que servirán como referencia conceptual porque presentan factores que también afectan a los estudiantes universitarios en lo que corresponde a el rendimiento académico.

De La Rosa (2018) analizó el rendimiento académico en el área profesional de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Esto enfocándose en los estudiantes que se asignaron cursos durante los años 2010 a 2015. Además, estudió el comportamiento del avance dentro de la carrera y para el área mencionado. Para ello realizó cálculos de nota promedio de cursos, porcentaje de aprobación, análisis de las diferencias estadísticas de notas obtenidas según el género. Se determinó que la nota promedio de curso es mayor en las escuelas de vacaciones, comparado con las notas obtenidas en semestre normal y se determinó que los porcentajes de aprobación también son mayores para los cursos de vacaciones. Respecto a las notas según género, no se encontró diferencia significativa.

Este estudio permitirá establecer puntos de referencia para el cálculo y determinación de los indicadores al momento de trabajar con los promedios de notas obtenidas según género.

Bolaños Méndez (2018) desarrolló para la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala una investigación que se enfoca en el rendimiento académico en el área profesional de la carrera. Para ello se enfocó en la nota final obtenida por cada estudiante en los cursos asignados para los diferentes períodos. Además, realizó un análisis para determinar sus índices de rendimiento. Realizó cálculo de medias, porcentajes, diferencia de medias por género. De acuerdo con el análisis realizado logró determinar que en el tema de género no hay diferencias en cuanto a rendimiento. En términos generales, se determinó qué cursos previos a los del área profesional, influyen en el rendimiento global de un estudiante, dado que aun teniendo un buen desempeño en el área profesional es afectado por este factor previo.

La importancia del estudio se verá reflejado al momento de analizar el rendimiento académico en los cursos profesionales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Puesto que, si su rendimiento general es bajo, puede estar influenciado por cursos no pertenecientes al área profesional, y que sin embargo afecten estadísticamente.

A diferencia de los estudios anteriores, Carvajal Castillo (2018), realizó un análisis más general del rendimiento académico. Tomó como base los cursos de la Escuela Ciencias perteneciente a la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Con esto trató a todas las carreras de la Facultad y cursos que tienen en común. Por medio de pruebas de hipótesis, diferencia de medias, análisis de regresión y otras técnicas estadísticas, logró determinar la

carrera con mejor rendimiento, el área con mejor rendimiento, el área con rendimiento más bajo y rendimiento por género. Esta investigación, dado que introduce otros conceptos estadísticos para estudiar de una manera más general el rendimiento académico de la población universitaria en sus primeros años de estudio, apoya a este estudio en la medida que determina los factores previos que influyen y afectan el comportamiento de la población estudiantil de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en cuanto a su rendimiento académico en el área profesional.

Navas García (2018), por medio de investigación analizó el avance académico de la población estudiantil en la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Por medio de técnicas estadísticas como los son las pruebas Post-Hoc, regresión lineal y otros, se determinó la diferencia que existe en el avance académico entre las distintas carreras y tomando en cuenta el criterio de cursos pertenecientes a ciencias básicas y complementarios. Este estudio permite dar una pauta para concluir que el comportamiento será diferente en los estudiantes inscritos en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, comparado con los estudiantes de las otras carreras de la Facultad.

En la Universidad de Costa Rica, Garbanzo Vargas (2007) estudió enfocándose en el análisis cualitativo los factores que afectan el rendimiento académico de los estudiantes universitarios de esta casa de estudios. Personales, sociales e institucionales son estos factores. También indica en su estudio que el rendimiento académico tiene causas múltiples y es por lo que no se puede únicamente por medio de las notas finales de los cursos, determinar de forma precisa dicho fenómeno. Las notas son un factor clave, pero representan únicamente una parte de los factores reales del problema. Este estudio es importante dado a su enfoque no cuantitativo, dado a que deja claro

que para analizar el rendimiento académico es necesario profundizar en los tres factores mencionados. En este estudio se analizará y harán comparaciones sobre rendimiento con base al sexo de los estudiantes, siendo este un factor no cuantitativo.

Ibarra y Michalus (2010), realizaron un estudio aplicando la técnica estadística multivariada de regresión logística. Se basaron en diferentes factores como personal, socioeconómico y académico. La investigación se basó en analizar el rendimiento académico, esta vez de forma cuantitativa con base al promedio de materias aprobadas anualmente, el tipo de institución donde cursó los estudios, la cantidad de materias aprobadas en el primer año de carrera y el género. Por medio del análisis realizado pudieron determinar que el rendimiento académico aumenta significativamente en estudiantes de género femenino cuyo establecimiento es privado, con promedio elevado en sus calificaciones y con mayor número de materias aprobadas durante el transcurso el primer año.

Este estudio es importante ya que aporta otra forma de analizar las variables en cuestión. Demuestra que la estadística multivariada es un gran aliado para realizar este tipo de estudios.

Un estudio similar se realizó en la Universidad de Costa Rica por Abarca Rodríguez y Sánchez Vindas (2005), esta vez enfocándose en el abandono de los estudiantes universitarios. Para este estudio, tomaron como base la información de las cohortes que van del año 1993 a 1998. Con eso se buscó identificar las principales causas que afectan a los estudiantes y que lo llevan a abandonar los estudios universitarios. El análisis se realizó por medio de comparaciones entre cohortes. Para ello realizaron cuestionarios y entrevistas a desertores, profesores, administrativos y otros expertos en el tema, con el fin de

obtener información. Se relaciona la variable deserción con otras variables como sexo, tipo de colegio de providencia y área de estudio.

Para este estudio se determinó que el sexo no es significativo ni determinante para el factor abandono en los estudiantes, pero que el tipo de colegio de providencia de los estudiantes si es significativa. La importancia de este estudio radica en las comparaciones que se realizaron en cuanto a las variables mencionadas. Así como la forma de analizar cuantitativa y cualitativa.

En 2011, Merlino, Ayllón y Escanés analizaron la relación entre el abandono de los estudiantes durante el primer año de universidad y el comportamiento de algunas variables como las habilidades verbales, grado de responsabilidad, rendimiento académico, entre otras. La investigación consideró a los estudiantes del año 2010 de la Universidad Siglo 21 en Córdoba, Argentina. Se desarrollaron por medio del estudio realizado dos modelos de predicción del riesgo de abandono en la población de estudiantes analizados. Los modelos son IRAP (Índice de riesgo de abandono promisorio) e IRAD (Índice de riesgo de abandono definitivo). Estos modelos fueron importantes para predecir el porcentaje de abandono para el grupo de estudio.

En 2009, Sánchez Amaya, Navarro Salcedo y García Valencia investigaron los factores que provocaban que los estudiantes abandonen la Universidad. Para ello analizaron los datos de los años 2002 a 2005. Realizaron la investigación con un análisis cuantitativo y cualitativo. Determinaron que el porcentaje más alto de deserción ocurre en los primeros tres semestres, siendo el primer semestre el más crítico. El estudio determinó que el rendimiento es afectado por factores socioeconómicos y personales, y en los académicos la mala elección de la carrera es determinante. Esta investigación es importante ya que aporta un panorama diferente para el estudio del rendimiento académico

y deserción de estudiantes universitarios. Dado a que involucra variables diferentes a las que se han tomado para esta investigación.

Feldman et al (2008), investigaron el comportamiento de estudiantes universitarios por medio del rendimiento académico, haciéndolo de forma comparativa. Las variables que compararon son: el rendimiento académico, el estrés, la salud mental y el apoyo social en estudiantes venezolanos universitarios. Con esta comparación de variables, determinaron que sí existe relación entre ellas. Se enfocaron en carreras técnicas y se analizó a un grupo de trescientos veintiún estudiantes. Los resultados obtenidos demostraron que el rendimiento académico es mejor cuando el estrés académico aumenta y el apoyo de personas cercanas es moderado desde el punto de vista social. La importancia de este estudio radica en la forma de comparar variables cualitativas y determinar de distinta manera el rendimiento académico.

La importancia del estudio es que existen métodos para predecir la cantidad porcentual de estudiantes que se retiran de la universidad, tomando en consideración variables cualitativas. Esto permite a esta investigación elegir otras variables que no se tenían contempladas pero que de igual forma brindan información relevante y que describen de mejor manera o de forma diferente el rendimiento académico.

La diferente literatura consultada aporta información importante y variada que puedes ser utilizada como base para la construcción del presente estudio, porque en ellas se realizan estudios aplicando técnicas estadísticas que coinciden o se acercan de forma significativa al cumplimiento de los objetivos de esta investigación. Además, que algunas de las citadas fueron realizadas en la Facultad de Ingeniería y esto es beneficioso dado que ya se tiene una base de la cual se parte para este estudio.

3. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas es una de las 11 escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es la encargada de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Esta carrera consta de 10 semestres, 250 créditos y se divide en tres áreas: Ciencias de la computación, Metodología de sistemas y Desarrollo de sistemas. Cada área está compuesta por diferentes cursos, obligatorios y opcionales, la distribución de los cursos se muestra en la tabla I.

Tabla I. **Cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

| Código | Área de Metodología de Sistemas | Semestre | Créditos | Obligatorio |
|---------------|---|-----------------|-----------------|--------------------|
| 795 | Lógica de sistemas | 3 | 2 | Sí |
| 722 | Teoría de sistemas 1 | 6 | 5 | Sí |
| 014 | Economía | 6 | 4 | Sí |
| 724 | Teoría de sistemas 2 | 7 | 5 | Sí |
| 729 | Modelación y simulación 1 | 9 | 5 | Sí |
| 786 | Sistemas organizacionales y gerenciales 1 | 9 | 4 | Sí |
| 720 | Modelación y simulación 2 | 10 | 5 | Sí |
| 787 | Sistemas organizacionales y gerenciales 2 | 10 | 4 | Sí |
| 790 | Emprendedores de negocios informáticos | 10 | 4 | No |

Fuente: elaboración propia.

Continuación tabla I.

| | Área de Ciencias de la Computación | | | |
|-----|--|----|---|----|
| 732 | Lenguajes formales y de programación | 4 | 3 | Sí |
| 777 | Organización de lenguajes y compiladores 1 | 5 | 4 | Sí |
| 964 | Organización computacional | 5 | 3 | Sí |
| 781 | Organización de lenguajes y compiladores 2 | 6 | 5 | Sí |
| 778 | Arquitectura de computadores y ensambladores 1 | 6 | 5 | Sí |
| 281 | Sistemas operativos 1 | 7 | 5 | Sí |
| 779 | Arquitectura de computadores y ensambladores 2 | 7 | 4 | Sí |
| 970 | Redes de computadoras 1 | 7 | 4 | Sí |
| 285 | Sistemas operativos 2 | 8 | 4 | Sí |
| 975 | Redes de computadoras 2 | 8 | 4 | Sí |
| 972 | Inteligencia artificial 1 | 9 | 4 | Sí |
| 966 | Seguridad y auditorías de redes | 9 | 4 | No |
| 968 | Inteligencia artificial 2 | 10 | 4 | No |
| 974 | Redes de nueva generación | 10 | 4 | No |
| | Área de Desarrollo de Software | | | |
| 770 | Introducción a la programación y computación 1 | 3 | 4 | Sí |
| 771 | Introducción a la programación y computación 2 | 4 | 5 | Sí |
| 772 | Estructura de datos | 5 | 5 | Sí |
| 773 | Manejo e implementación de archivos | 6 | 4 | Sí |
| 774 | Sistemas de bases de datos 1 | 7 | 5 | Sí |
| 775 | Sistemas de bases de datos 2 | 8 | 4 | Sí |
| 283 | Análisis y diseño de sistemas 1 | 8 | 5 | Sí |
| 797 | Seminario de sistemas 1 | 8 | 3 | Sí |
| 785 | Análisis y diseño de sistemas 2 | 9 | 5 | Si |
| 788 | Sistemas aplicados 1 | 9 | 5 | No |
| 738 | Bases de datos avanzadas | 9 | 5 | No |

Fuente: elaboración propia.

Continuación tabla I.

| | | | | |
|-----|------------------------------------|----|---|----|
| 798 | Seminario de sistemas 2 | 9 | 3 | Sí |
| 780 | Software avanzado | 10 | 6 | Sí |
| 789 | Sistemas aplicados 2 | 10 | 5 | No |
| 735 | Auditoría de proyectos de software | 10 | 5 | No |

Fuente: elaboración propia.

3.2. Descripción del problema

Ingeniería en Ciencias y Sistemas es una de las carreras más exigentes de la Facultad de Ingeniería, en cuanto a carga académica se refiere. Durante años se ha observado que los estudiantes de la carrera se retrasan en ciertos cursos y esto causa varios fenómenos. Abandonar la carrera, trasladarse a otras universidades, cambio de carrera, son algunas de los fenómenos que se han observado.

Las autoridades de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas no han puesto atención a estos fenómenos o no han tenido la voluntad para analizar las causas. La necesidad nace a partir de la experiencia personal como estudiante de la carrera. La necesidad es la de conocer cuál es el progreso real de los estudiantes durante la carrera, dado que no se cuenta con estudios estadísticos previos.

De lo anterior se realizará un análisis estadístico en el cual se determinará el avance que los estudiantes de la carrera tienen durante la misma. Se tomarán en cuenta diferentes criterios como cursos por área, año de ingreso, género, curso. Esto para determinar cuáles son los cursos con mayor repitencia

y posibles puntos en los que se originan los fenómenos mencionados en los párrafos anteriores.

3.3. Formulación del problema

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es el comportamiento del avance real y rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en los cursos profesionales durante los años 2012 a 2018?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de rendimiento académico de los estudiantes en cada uno de los cursos de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas?
- ¿Cuál es la diferencia de los índices de rendimiento académico de los estudiantes para los cursos profesionales, de acuerdo con las áreas de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas?
- ¿Cuál es la diferencia de los índices de rendimiento de los estudiantes según el género de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas?
- ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de rendimiento y de avance en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, de acuerdo con el semestre?

- ¿Cuáles son las diferencias en el avance académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, que se relacionan con el año de ingreso?

3.4. Delimitación del problema

El estudio se enfocará en los cursos de las tres áreas profesionales con las que cuenta la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con los datos proporcionados por el Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería, del año 2012 al 2018.

4. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se enfoca en la línea de investigación de métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos. Dado a que existen investigaciones del rendimiento y avance académico de los estudiantes de otras escuelas de la Facultad de Ingeniería, pero ninguna enfocada en la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, se realizará esta investigación para contar con una que demuestre estadísticamente la situación actual de la escuela.

La importancia de esta investigación radica en que podrá brindar información sobre la forma en que los estudiantes se desempeñan durante los cursos profesionales de la carrera. Además, por medio de los resultados que se obtengan se podrá ver cuáles son los puntos durante la carrera en donde los estudiantes disminuyen o aumentan su rendimiento. Esto podrá ayudar a las autoridades en la toma de decisiones para el mejoramiento del proceso educativo actual en las diferentes áreas profesionales de la carrera.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Determinar el comportamiento del avance real y rendimiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en los cursos profesionales durante los años 2012 a 2018, utilizando análisis estadístico paramétrico y no paramétrico, para determinar si existen diferencias por cursos, semestres de la carrera, género del estudiante y cohortes de estudiantes para el período dado.

5.2. Específicos

- Describir el comportamiento de los indicadores de rendimiento de los estudiantes en cada uno de los cursos de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años 2012 a 2018, por medio de análisis estadístico paramétrico y no paramétrico para identificar diferencias y similitudes.
- Determinar el comportamiento de los índices de rendimiento académico de los estudiantes para los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, por medio del análisis estadístico paramétrico y no paramétrico, para identificar diferencias y similitudes según las áreas profesionales.
- Comparar los índices de rendimiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, por medio del análisis estadístico

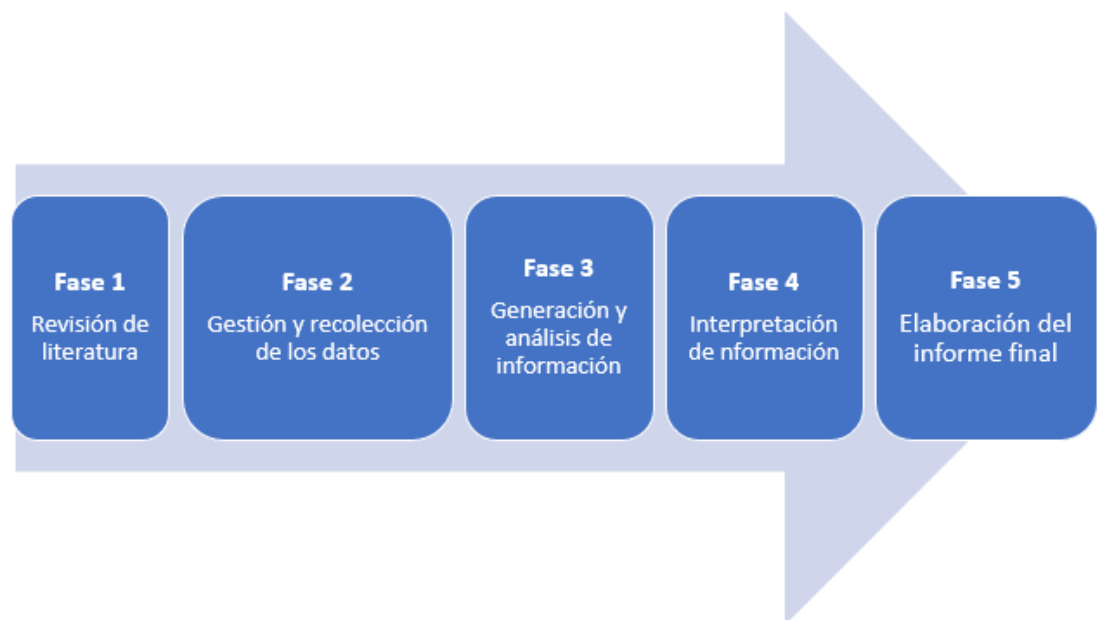
paramétrico y no paramétrico, para identificar las diferencias de acuerdo con el género de los estudiantes.

- Determinar el comportamiento de los indicadores de rendimiento y de avance en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, por medio de ANOVA, para establecer diferencias de acuerdo con el semestre.
- Determinar el avance académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del año 2012 a 2018, por medio de análisis de varianza, para establecer diferencias y similitudes de acuerdo con el año de ingreso de los estudiantes.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La figura 1, muestra de forma gráfica el proceso de la solución. De forma general se divide en 5 fases.

Figura 1. **Proceso de solución**



Fuente: elaboración propia.

6.1. Fase 1: revisión de literatura

Esta fase consiste en la recopilación de investigaciones sobre rendimiento académico para tener un marco referencial de la forma en que se ha trabajado.

Además, incluye la revisión de literatura basada en las técnicas estadísticas necesarias para la investigación e interpretación de la información.

6.2. Fase 2: gestión y recolección de datos

Consiste en realizar la solicitud de los datos correspondientes a las asignaciones de los estudiantes al Centro de Cálculo e Investigación Educativa (CCIE) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante los años 2012 a 2018.

6.3. Fase 3: generación y análisis de información

Con los datos proporcionados por el CCIE, se procederá a agrupar los datos de tal modo que sea posible aplicar las técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas con el fin de responder las preguntas planteadas para esta investigación.

Se verificará que los datos proporcionados contengan la información de todos los cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, cada uno con sus respectivos códigos y notas obtenidas por los estudiantes para los cursos.

Se excluirán los datos que en algún campo no contengan la información correcta o completa y que pueda causar inconsistencias en la interpretación. Además, se agruparán de la misma forma en que se encuentra organizado el área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

En esta fase se realizarán cálculos de estadísticas descriptivas que serán de utilidad para las diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas

convenientes. Se considerarán cálculo de promedios, medias, modas, desviaciones estándar y gráficos de histogramas para una comprensión de los datos.

Se realizará el cálculo de los indicadores y se realizarán las pruebas estadísticas de normalidad, pruebas de hipótesis, cálculo de intervalos de confianza y la utilización de software estadístico para el procesamiento de la información.

6.4. Fase 4: interpretación de información

Esta fase determinará si los resultados obtenidos durante la Fase 4, contestan las preguntas y objetivos planteados.

6.5. Fase 5: elaboración del informe final

Con base a los resultados y a su interpretación, se elaborará el informe final con los resultados y su correspondiente interpretación.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Fundamentos estadísticos

Este estudio se basa en fundamentos estadísticos, los cuales se describen a continuación.

7.1.1. Intervalos de confianza

Los intervalos de confianza son rangos de valores que comparan los valores obtenidos en un estudio y la medida real de una población. Para ello se utilizan niveles de confianza para la probabilidad de encontrar el valor en el intervalo determinado. De acuerdo con Webster (2000), los niveles de confianza que a menudo se utilizan son: 90%, 95% y 99%. Pero se pueden utilizar otros niveles de confianza si se desea. Este mismo autor indica que existe un límite inferior y superior para un intervalo de confianza.

Los intervalos de confianza indican la validez o no de un resultado esperado. Este resultado va de la mano con las pruebas de hipótesis que se tratarán más adelante. Los intervalos de confianza pueden ser calculados para diferentes estadísticos, la media, desviación estándar y proporciones. Además, existen diferentes casos de acuerdo con el estadístico en cuestión

Tabla II. **Intervalos de confianza para la media con desviación estándar poblacional conocida σ y muestra mayor o igual a 30**

| Estadístico de prueba | Nivel de confianza | Intervalo de confianza |
|--|--------------------|---|
| $Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (\text{Ec. 1})$ | $1 - \alpha$ | $\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (\text{Ec. 2})$ |

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Error de estimación para el intervalo de confianza de acuerdo con tipo de población**

| Error de estimación | | |
|-----------------------|---|------------------|
| Poblaciones infinitas | $\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ | (Ec. 3) |
| Poblaciones finitas | $\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$ | (Ec. 4) |

Fuente: elaboración propia.

7.1.2. Pruebas de hipótesis

Walpole et al. (2012) indica que el problema general de un investigador no es el de estimar un parámetro de una población, si no que el de la formulación de procedimientos de decisión sobre los datos analizados y llegar a concluir sobre los mismos. Es por eso por lo que se necesita utilizar herramientas estadísticas para tal fin, tal como lo son las pruebas de hipótesis.

Walpole et al. (2012) definen una hipótesis estadística de la siguiente manera: “es una aseveración o conjetura respecto a una o más poblaciones” (p. 319).

El algoritmo para seguir en una prueba de hipótesis sigue los siguientes pasos:

- Definir una hipótesis nula H_0 .
- Definir una hipótesis alterna H_A .
- Establecer el margen de error aceptado (nivel de confianza) α .
- Definir la zona de aceptación para el valor del estadístico calculado.
- Determinar por medio de cálculos el estadístico de prueba.
- Definir las condiciones de aceptación de la hipótesis.

Existen varias posibles pruebas de hipótesis, prueba para media, para proporciones y para varianzas, el uso depende del caso de estudio. Además, que pueden ser bilaterales o unilaterales, esto lo define la hipótesis alternativa planteada.

Independientemente del estadístico en cuestión, la prueba de hipótesis solo muestra el resultado para una muestra de la población y es por eso que no debe considerarse como una verdad absoluta, puesto que para ello sería necesario analizar a la población completa y eso es muy difícil de realizar. Por lo mismo que no es posible estudiar toda la población, existen dos errores en los que se suele caer, estos son conocidos como: error tipo I y error tipo II.

Cuando se rechaza la hipótesis siendo ésta verdadera se dice que el error es tipo I. Por el contrario, cuando una hipótesis se acepta siendo esta falsa se dice que el error es tipo II, Webster (2000).

En la tabla IV se muestra de manera resumida las situaciones posibles al probar una hipótesis.

Tabla IV. **Casos posibles para probar una hipótesis**

| | H_0 es verdadera | H_0 es falsa |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| No rechazar H_0 | Decisión correcta | Error tipo II |
| Rechazar H_0 | Error tipo I | Decisión correcta |

Fuente: elaboración propia.

Para evitar caer en alguno de los errores antes mencionados se suele utilizar el valor p para una mejor decisión entre H_0 y H_A .

Webster (2000) define el valor p como: “la probabilidad de obtener resultados muestrales al menos tan extremos como los que se obtuvieron dado que la hipótesis nula es verdadera” (p. 210)

Lo anterior indica que mientras el valor p se hace más pequeño, la probabilidad de que la hipótesis nula H_0 sea falsa va en aumento. Cuando se trabaja con diferencias, dependiendo de si existe normalidad o no, se deben aplicar pruebas de ANOVA o Shapiro-Wilk, respectivamente.

7.1.3. Análisis de varianza de un solo factor

Esta prueba se realiza si las poblaciones analizadas tienen un comportamiento normal y de varianza homogénea. El análisis de varianza o

ANOVA tiene como objetivo verificar la igualdad de todas las medias en cuestión. Para este análisis se utiliza la distribución F de Fisher e indica si las medias son iguales o distintas, Webster (2000). La tabla V muestra de forma resumida el análisis de varianza y los elementos que la conforman.

Tabla V. **Análisis de varianza**

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | Valor F |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| Entre muestras (tratamiento) | SCTR | c - 1 | $\frac{SCTR}{c - 1}$ | $\frac{CMTR}{CME}$ |
| Dentro de muestras (error) | SCE | n - c | $\frac{SCE}{n - c}$ | |
| Variación total | SCT | n - 1 | | |

Fuente: adaptado de Webster (2000).

donde:

SCT es la suma total de cuadrados y está dado por:

$$SCT = SCTR + SCE \quad (Ec. 5)$$

$SCTR$ es la suma de cuadrados para tratamientos o grupos:

$$SCTR = \sum r_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 \quad (Ec. 6)$$

SCE es la suma de cuadrados del error, se expresa así:

$$SCE = \sum \sum r_j (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \quad (Ec. 7)$$

donde:

r_j = Número de observaciones de cada tratamiento,

\bar{X}_j = Media de cada tratamiento,

\bar{X} = Gran media,

X_{ij} = Observaciones de cada tratamiento.

Cuando el valor calculado de F supera al valor indicado en la tabla V, es motivo para decidir rechazar la hipótesis nula H_0 .

7.1.4. Análisis de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis

Este análisis se realiza por medio de la prueba conocida como Kruskal-Wallis y que es un método estadístico no paramétrico. Walpole (2012) lo define como “una generalización de la prueba de la suma de rangos para el caso de $k > 2$ muestras. Se utiliza para probar hipótesis nula H_0 de que k muestras independientes provienen de poblaciones idénticas”. (p. 668)

h es considerado el estadístico de prueba utilizado para probar la hipótesis nula H_0 que indica que k muestras independientes tienen como origen poblaciones iguales y se define como sigue:

$$h = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{r_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (\text{Ec. 8})$$

donde:

k = cantidad de grupos o muestras

n_i = i -ésima muestra

r_i = valor que se supone de R_i para valores de $i = 1, 2, \dots, k$

Si el valor calculado de h cae en la región crítica $H > \chi_{\alpha}^2$ con $v = k - 1$ grados de libertad, se rechaza la hipótesis nula H_0 .

7.1.5. Pruebas de normalidad

En ocasiones es necesario saber y validar que los datos que se analizan son normales. Para ello Newbold, Carlson y Thorne (2008), mencionan varias pruebas como el de Bowman-Shelton, el de Kolmogorov-Smirnov, el de Anderson-Darling y el de Ryan-Joiner.

Para este estudio se necesitará la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Sobre esta prueba Ardila Ardila (1966), indica que "...de la muestra pueden considerarse como provenientes de la población que contenga la distribución teórica. La prueba especifica la distribución de frecuencia acumulativa que podría ocurrir bajo la distribución teórica, y la compara con la distribución de frecuencia acumulativa observada". (p. 6)

Aragón Salgado (2016), establece los siguientes pasos para la prueba de Kolmogorov-Smirnov:

- Ordenar los datos en forma creciente con sus respectivas frecuencias observadas.

- Indicar si el lado de cada valor de las frecuencias teóricas correspondientes a la descripción del comportamiento que se quiere probar sigue la información de la muestra, ya que es lo que se busca ajustar del problema a resolver.
- El valor de prueba de esta teoría de Kolmogorov – Smirnov se establece o define como la máxima desviación absoluta entre la frecuencia esperada acumulada relativa y la frecuencia observada acumulada relativa.

$$D = \max |F_0(x_i) - S_N(x_i)| \quad (\text{Ec. 9})$$

donde:

$F_0(x_i)$ = frecuencia esperada acumulada relativa

$S_N(x_i)$ = frecuencia observada acumulada relativa

- El comportamiento de esta prueba va de acuerdo con la distribución que se desea probar, misma que siguen los datos recopilados en una sola muestra.
- Establecimiento del nivel de significación para obtener el valor crítico D con tablas correspondientes a una prueba de Kolmogorov–Smirnov para una muestra.

- Siempre es una prueba de un extremo derecho, como la prueba paramétrica Ji cuadrada, pero dado a que sólo se ha construido una tabla que es para dos extremos, es la que se utiliza.

7.2. Rendimiento académico e indicadores

El rendimiento académico y los indicadores utilizados son de gran importancia para las instituciones educativas en la actualidad. Es importante definirlos o intentar definirlos para una mejor comprensión.

7.2.1. Rendimiento académico

El rendimiento académico toma diferentes definiciones dependiendo de la perspectiva y a los objetivos que se buscan alcanzar. Además, la definición varía según las unidades de medida (indicadores) a utilizar para su medición o definición. Otros autores más atrevidos han dado conceptos más puntuales sobre su definición, Díaz, Peio, Arias, Escudero, Rodríguez y Vidal (2002) lo definen como un indicador que permite una aproximación a la realidad educativa. Hasta cierto punto el concepto de rendimiento académico es difícil de explicar tal como lo menciona Bolaños Méndez (2018).

El rendimiento académico de acuerdo con la diferente literatura existente toma diferente forma dependiendo de los indicadores utilizados en su definición. Algunos autores lo hacen de forma cualitativa y muchos otros de forma cuantitativa. Por lo general, se toman las notas finales obtenidas por los estudiantes en cursos asignados para el cálculo del rendimiento académico. Pero las notas no son definitivas al momento de definir o calcular el rendimiento académico.

Estudios llevados a cabo por Bolaños Méndez (2018), con estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, en la Facultad de Ingeniería de la USAC, trata el tema del rendimiento académico a partir de variables como la nota de promoción, la cantidad porcentual de estudiantes aprobados en un curso y el número de créditos acumulados.

Sin importar las variables que se estén utilizando para la definición del rendimiento académico, cada estudio realizado sobre el tema es importante como lo indica Garbanzo Vargas (2018) porque “permiten conocer un gran número de variables que entran en juego en lo que a calidad y equidad de la educación superior pública se refiere, por lo que aportan importantes elementos que repercuten en la gestión y prestigio institucional”. (p. 2)

7.2.2. Indicadores

Los indicadores son herramientas muy importantes para tomar decisiones a partir de la información que brindan, el reto es la construcción y aplicación correcta de ellos, Mondragón Pérez (2002).

Horn (1993), sobre los indicadores proporciona una definición muy utilizada y considerada una de las más conocidas: “Los indicadores sociales (...) son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto” (p. 147).

Los indicadores poseen características según lo indica Mondragón Pérez (2002):

- Deben definirse en un marco teórico.
- Ser específicos.
- Ser explícitos.
- Su disponibilidad debe considerarse para varios períodos.
- Deben ser relevante.
- No ser exclusivos.
- Ser claro.
- Debe ser construido de la misma forma y en condiciones similares en diferentes periodos para que pueda considerarse válido.
- Ser sólido.
- Ser adaptable al cambio.
- Ser medible.

Luego de presentar las características principales de los indicadores, es posible calcularlos. Para ello primero es necesario identificarlos. Martín, García, Torbay y Rodríguez (2008) para su estudio crearon tres indicadores de rendimiento:

- Tasa de intento (TI): $\text{créditos presentados} / \text{créditos matriculados}$.
- Tasa de eficiencia (TEf): $\text{créditos aprobados} / \text{créditos matriculados}$.
- Tasa de éxito (TEEx): $\text{créditos aprobados} / \text{créditos presentados}$.

De la forma en que se definieron o seleccionaron los indicadores en la literatura anteriormente citada, para esta investigación también se definirán por razones prácticas los siguientes indicadores, tomando como base el estudio realizado por Bolaños Méndez (2018) en el área profesional de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

- Nota de promoción y desviación estándar.
- Porcentaje de estudiantes que cursan satisfactoriamente un curso.
- Número de créditos acumulados.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Estudios previos

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Rendimiento académico e indicadores

2.1.1 Rendimiento académico

2.1.2 Indicadores

2.2 Fundamentos estadísticos

2.2.1 Intervalos de confianza

2.2.2 Pruebas de hipótesis

2.2.3 Análisis de varianza de un solo factor

2.2.4 Análisis de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1 Resumen de los datos
 - 3.1.1 Pruebas de normalidad
- 3.2 Análisis por área profesional
- 3.3 Análisis por género
- 3.4 Análisis por semestre
- 3.5 Análisis por año de ingreso

4. DISCUSIÓN DE RESULTADO

- 4.1 Distribución de las notas
- 4.2 Rendimiento académico por área profesional
- 4.3 Rendimiento académico en los semestres
- 4.4 Rendimiento académico por género
- 4.5 Rendimiento académico por año de ingreso

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es cuantitativo, ya que se analizarán variables numéricas tales como la edad, año, semestre. Además, que las técnicas estadísticas a utilizar consisten en realizar cálculos puntuales sobre los datos a analizar de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería, durante los años 2012 a 2018.

El alcance es descriptivo, dado que se describe el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, de la Facultad de Ingeniería en el área profesional.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información acerca de las notas de los cursos profesionales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas se analizará en su estado original sin ninguna manipulación; además será longitudinal de tendencia, pues se analizará el comportamiento que tiene el rendimiento académico durante los años 2012 a 2018.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio será los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala que se asignaron cursos profesionales durante los años

2012 a 2018. La población se analizará totalmente y no será necesario realizar muestreos de ningún tipo.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen en la tabla VI.

Tabla VI. **Variables de estudio**

| Nombre de la variable | Definición teórica | Definición operativa |
|------------------------------|--|--|
| Género | Género del estudiante que representa una de las características que se les asignan a las personas. | 0 = Masculino 1 = Femenino |
| Semestre | Semestre de la carrera, representa un período lectivo dentro de la Facultad de Ingeniería. | Número entero 1 = Primer semestre 2 = Vacaciones de junio 5 = Segundo semestre 6 = Vacaciones de diciembre |
| Curso | Código del curso que lo identifica dentro de la red de estudios de la carrera | Número entero |
| Año | Año de ingreso a la Facultad por parte del estudiante | Número entero < 2018 |
| Nota final | Nota final obtenido por el estudiante al finalizar el curso | Número entero comprendido en el rango de 0 a 100 |
| Área | Grupo de cursos dentro de la red de estudio de la carrera con una temática en común | Número entero |

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

9.4.1. Fase 1: revisión de literatura

Esta fase consiste en la recopilación de investigaciones sobre rendimiento académico para tener un marco referencial de la forma en que se ha trabajado. Además, incluye la revisión de literatura basada en las técnicas estadísticas necesarias para la investigación e interpretación de la información.

9.4.2. Fase 2: gestión y recolección de datos

Consiste en realizar la solicitud de los datos correspondientes a las asignaciones de los estudiantes al Centro de Cálculo e Investigación Educativa (CCIE) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante los años 2012 a 2018.

9.4.3. Fase 3: generación y análisis de información

Con los datos proporcionados por el CCIE, se procederá a agrupar los datos de tal modo que sea posible aplicar las técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas con el fin de responder las preguntas planteadas para esta investigación.

Se verificará que los datos proporcionados contengan la información de todos los cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, cada uno con sus respectivos códigos y notas obtenidas por los estudiantes para los cursos.

Se excluirán los datos que en algún campo no contengan la información correcta o completa y que pueda causar inconsistencias en la interpretación. Además, se agruparán de la misma forma en que se encuentra organizado el área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

En esta fase se realizarán cálculos de estadísticas descriptivas que serán de utilidad para las diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas convenientes. Se considerarán cálculo de promedios, medias, modas, desviaciones estándar y gráficos de histogramas para una comprensión de los datos.

Se realizará el cálculo de los indicadores y se realizarán las pruebas estadísticas de normalidad, pruebas de hipótesis, cálculo de intervalos de confianza y la utilización de software estadístico para el procesamiento de la información.

9.4.4. Fase 4: interpretación de información

Esta fase determinará si los resultados obtenidos durante la Fase 4, contestan las preguntas y objetivos planteados.

9.4.5. Fase 5: elaboración del informe final

Con base a los resultados y a su interpretación, se elaborará el informe final con los resultados y su correspondiente interpretación.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para analizar, organizar y presentar la información se utilizarán las siguientes técnicas estadísticas:

- Software estadístico: se utilizará para el análisis de la información paquetes de software como Microsoft Excel 365, lenguaje de programación R e InfoStat.
- Pruebas de hipótesis: se utilizará para probar suposiciones sobre los parámetros calculados para determinar el rendimiento académico para las distintas variables establecidas.
- Pruebas de normalidad: se utilizará para probar si los datos analizados provienen de una distribución normal.
- Análisis gráfico: se realizarán distintos gráficos para representar de esta forma el comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes de acuerdo con las distintas variables establecidas. Se realizarán gráficas como histogramas, gráfica de barras, gráfica de cajas y otros que se consideren necesarios durante la generación de resultados.
- Intervalos de confianza: se utilizarán para el cálculo de rangos para los parámetros que se calcularán, por ejemplo, para la media y desviación estándar.

11. CRONOGRAMA

Tabla VII. Cronograma

| No | Nombre de la tarea | Predecesor | Fecha inicio | Fecha fin |
|-----------|---|------------|------------------|-------------------|
| 1 | Revisión de literatura | | 2/09/2019 | 30/11/2019 |
| 2 | Recopilación de investigaciones | | 2/09/2019 | 30/09/2019 |
| 3 | Revisión de la literatura | 2 | 1/10/2019 | 31/10/2019 |
| 4 | Gestión y recolección de datos | | 4/11/2019 | 30/11/2019 |
| 5 | Solicitud de información al CCIE | 3 | 4/11/2019 | 30/11/2019 |
| 6 | Generación y análisis de información | | 2/03/2020 | 31/03/2020 |
| 7 | Prosesamiento de los datos | 5 | 2/03/2020 | 6/03/2020 |
| 8 | Análisis de los datos | 7 | 9/03/2020 | 13/03/2020 |
| 9 | Generación de resultados | 8 | 16/03/2020 | 31/03/2020 |
| 10 | Elaboración del informe final | | 1/04/2020 | 29/05/2020 |
| 11 | Evaluación detallada de cada resultado | 9 | 1/04/2020 | 30/04/2020 |
| 12 | Interpretación de resultados | 10 | 1/05/2020 | 15/05/2020 |
| 13 | Creación del informa final | 11 | 18/05/2020 | 29/05/2020 |

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

12.1. Factibilidad operativa

Para el desarrollo de la investigación a nivel operativo se necesitan diferentes tipos de elementos, los más importantes son:

- Investigador encargado de la investigación para analizar los datos y presentación de resultados, además de un profesional con grado de maestría para el asesoramiento de la investigación.
- Se requiere equipo de cómputo para el procesamiento de la información y generación de resultados.
- Acceso a la información de las notas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería. Con el permiso otorgado por la Secretaría Académica y los datos proporcionados por el Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad.

De los requerimientos anteriores se puede concluir que a nivel operativo la investigación es viable.

12.2. Factibilidad técnica

Para el desarrollo de la investigación a nivel técnico se necesitan diferentes tipos de elementos, los más importantes son:

- Tiempo mínimo de 15 horas a la semana por parte del investigador para el desarrollo de la investigación y generación de resultados. Es decir, dedicación constante por parte del investigador.
- Computadora con los paquetes de software necesarios para el análisis de los datos y generación de resultados.

De los requerimientos anteriores se puede concluir que a nivel operativo la investigación es viable, dado a que se cuenta con la disposición del investigador para realizar las tareas necesarias en el tiempo indicado y los paquetes de software necesarios en su mayoría son *open source*, por lo que no es ningún impedimento para su uso.

12.3. Factibilidad económica

Para el desarrollo de la investigación se toma una ventana de tiempo de 3 meses y el presupuesto considerado se muestra en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Presupuesto**

| Tipo | Descripción | Monto estimado |
|--------------|---|-------------------------------|
| Investigador | Investigador con un tiempo medio de 3 horas al día y con los días laborales de lunes a viernes | Q. 30000.00(10000.00 al mes) |
| Asesor | Monto definido por el reglamento de la escuela como pago de la asesoría del trabajo de graduación | Q. 2500.00 |
| Gastos fijos | Agua, Luz, Internet, transporte, entre otros | Q. 2400.00 (Q. 800.00 al mes) |

Fuente: elaboración propia.

Continuación tabla VIII.

| | | |
|--------------|---|--|
| Computadora | Equipo de cómputo para realizar el procesamiento e interpretación de la información y realización de la investigación | Q. 10000.00 |
| Información | Datos proporcionados por el Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería (asignando un valor de Q. 0.50 por los datos de cada estudiante, y asumiendo que se proporcionan los datos de 10000 estudiantes) | Q. 5000.00 (Q. 0.50 * 10000 estudiantes) |
| Total | | Q. 49900.00 |

Fuente: elaboración propia.

De los gastos mostrados en la tabla VIII, se considera lo siguiente:

- En su mayoría los gastos corren a cuenta del investigador, como lo es el equipo de cómputo, asesor, computadora y gastos fijos.
- El pago del investigador como tal, dado a que no se cuenta con financiamiento de ningún tipo, éste se considera Ad Honorem.
- La información por ser un estudio para la Facultad de Ingeniería, no se considera este costo, dado a que la única limitante es el tiempo de entrega de esta desde que se realice la solicitud.

De lo anterior se puede concluir que desde la parte económica la investigación es viable.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abarca Rodríguez, A., Sánchez Vindas, A. (2005). *La deserción estudiantil en la educación superior: el caso de la universidad de Costa Rica*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/447/44759911.pdf>
2. Aragón Salgado, L. G. (2016). *Estadística en el área de las ciencias sociales y administrativas*. Primera edición. Editorial Alfaomega. México.
3. Ardila Ardila, R. (1966). *Técnicas estadísticas no paramétricas*. Revista Colombiana de Psicología, (11), 89-102.
4. Díaz, M., Peio, A., Arias, J., Escudero, T., Rodríguez, S., Vidal, G. J. (2002). Evaluación del Rendimiento Académico en la Enseñanza Superior. Comparación de resultados entre alumnos procedentes de la LOGSE y del COU. *Revista de Investigación Educativa*, 2(20), 357-383.
5. Bolaños Méndez, L. C. L. (2018). *Análisis estadístico del rendimiento académico en los cursos profesionales de los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante los años 2010 a 2015*. (tesis de postgrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

6. Carvajal Castillo, M. V. (2018). *Análisis de los indicadores del rendimiento académico en los cursos a cargo de la Escuela de Ciencias durante el período 2010 al 2015, en la Facultad de Ingeniería, USAC.* (tesis de postgrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
7. De La Rosa, F. B. R. (2018). *Evaluación de indicadores de rendimiento académico de los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil de la facultad de ingeniería, USAC 2010-2015.* (tesis de postgrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
8. Díaz, M., Peio, A., Arias, J., Escudero, T., Rodríguez, S., Vidal, G. J. (2002). *Evaluación del Rendimiento Académico en la Enseñanza Superior. Comparación de resultados entre alumnos procedentes de la LOGSE y del COU.* Revista de Investigación Educativa, 2(20), 357-383.
9. Feldman, L., Goncalves, L., Chacón-Puignau, G., Zaragoza, J., Bagé, N., De Pablo, J. (2008). *Relaciones entre estrés académico, apoyo social, salud mental y rendimiento académico en estudiantes universitarios venezolanos.* Universidad Psicológica, Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rups/v7n3/v7n3a11.pdf/>
10. Garbanzo Vargas, G. M. (2007). *Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública.* Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Recuperado de:

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/1252/131>

5

11. Horn, R. V. (1993). *Statistical indicators for the economic and social sciences*. Cambridge, University Press, Hon Kong.
12. Ibarra, M. del C., Michalus, J. C. (2010). *Análisis del rendimiento académico mediante un modelo Logit*. Universidad Nacional de Misiones. Recuperado de: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/56/3297>
13. Martín, E., García, L. A., Torbay, A., Rodríguez, T. (2008). *Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios*. International Journal of Psychology and Psychological Therapy, vol. 8. Universidad de Almería, Almería, España. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/560/56080312.pdf>
14. Merlino, A., Ayllón, S., Escanés, G. (2011). *Variables que influyen en la deserción de estudiantes universitarios de primer año. construcción de índices de riesgo de abandono*. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.corciencia.org.ar/4739/1/variables-influyen-desercion-estudiantes-universitarios-primer-ano-merlino.pdf>
15. Mondragón Pérez, A. R. (2002). *¿Qué son los indicadores? Revista de información y análisis, número 19*. Recuperado de: <http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/sp/wp-content/uploads/2013/12/biblio-basica-3.1.1.pdf>

16. Navas García, A. (2018). *Análisis de los indicadores del avance académico en los cursos de la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del 2010 al 2015*. (tesis de postgrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
17. Newbold, P., Carlson, W. L., Thorne, B. M. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. Madrid, España: Pearson Educación.
18. Sánchez Amaya, G., Navarro Salcedo, W., García Valencia, A. D. (2009). *Factores de deserción estudiantil en la Universidad Surcolombiana*. Universidad de Surcolombia. Recuperado de: <https://journalusco.edu.co/index.php/paideia/article/view/1083/2108>
19. Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.
20. Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Colombia: McGraw-Hill.