



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Estadística Aplicada

**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**

Ing. Elmer Anselmo Calel Ramos

Asesorado por la Mtra. Inga. Yuri Asucena Castro Estrada

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**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

ING. ELMER ANSELMO CALEL RAMOS

ASESORADO POR LA MTRA. INGA. YURI ASUCENA CASTRO ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ESTADÍSTICA APLICADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

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. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Adonai Navas García
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

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 aprobado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 27 de enero de 2020.

Ing. Elmer Anselmo Calel Ramos



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102

DTG.621.2021

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 Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación 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 **Ingeniero Elmer Anselmo Calel Ramos**, estudiante de la **Maestría en Estadística Aplicada**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2021.

AACE/cc



Guatemala, noviembre de 2021

LNG.EEP.OI.075.2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación 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 **Elmer Anselmo Calel Ramos** quien se identifica con carné **201213600** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Estadística aplicada** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**



Guatemala 14 de junio 2021.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación 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”** del estudiante **Elmer Anselmo Calel Ramos** quien se identifica con número de carné **201213600** del programa de Maestría en Estadística Aplicada.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,


MSc. Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador
Maestría en Estadística Aplicada
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo de 2021

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimado M.A. Álvarez Cotí:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento que en mi calidad como Asesor del Ingeniero en Ciencias y Sistemas **Elmer Anselmo Calel Ramos** quien se identifica con carnet **201213600**, he revisado el Artículo científico 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"**, del programa de Maestría en Estadística Aplicada de esta Escuela de Postgrado, **por lo cual el artículo revisado cuenta con mi aprobación.**

Agradeciendo de antemano la atención a la presente, me suscribo.

Atentamente.

"Id Y Enseñad A Todos"

ADANTZ 03
2019/05/11
008-41

YURI ASUCENA CASTRO ESTRADA
Ingeniera en Ciencias y Sistemas
Colegiado No. 14.800

MSc. Yuri Asucena Castro Estrada
Asesora

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 mi <i>alma máter</i> .
Facultad de Ingeniería	Por abrirme las puertas para adquirir el conocimiento necesario para mi formación.
Mis amigos de la Maestría	Jorge Monterroso y Samuel Hoenes, por la motivación y el trabajo en equipo realizado desde el primer día.
Mtra. Inga. Yuri Castro	Por el tiempo y esfuerzo invertido para el desarrollo de este trabajo.
Dra. Mayra Castillo	Por la paciencia, el seguimiento en el desarrollo de este trabajo y el amor a la ciencia y conocimiento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXIII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXV
INTRODUCCIÓN	XXXI
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Estudios Previos.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Fundamentos estadísticos.....	9
2.1.1. Intervalos de confianza.....	9
2.1.2. Pruebas de hipótesis	10
2.1.3. Análisis de varianza de un solo factor	12
2.1.4. Análisis de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis.....	14
2.1.5. Pruebas de normalidad.....	15
2.2. Rendimiento académico e indicadores	16
2.2.1. Rendimiento académico	17
2.2.2. Indicadores	18

3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	21
3.1.	Resumen estadístico de los datos	21
3.1.1.	Prueba de normalidad para las notas finales de los estudiantes en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas	23
3.2.	Comportamiento del avance e indicadores de rendimiento académico para los años 2012 a 2018 en los cursos profesionales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas	24
3.3.	Comportamiento de los índices de rendimiento académico en las áreas profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, para los años de 2012 a 2018.....	32
3.4.	Comparación de los índices de rendimiento académico analizados por género de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018.....	38
3.5.	Comportamiento de los índices de rendimiento académico por semestre en las notas finales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en los años de 2012 a 2018	42
3.6.	Análisis del avance académico durante los años 2012 a 2018 por cohorte de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas	48
3.7.	Análisis de los indicadores de rendimiento académico durante los años 2012 a 2018 de las asignaciones de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con nota final mayor a cero puntos.	55

4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
4.1.	Descripción del comportamiento del avance e indicadores de rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los cursos profesionales en los años 2012 a 2018.....	62
4.2.	Análisis de los índices de rendimiento académico y su comportamiento en las áreas profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, para los años 2012 a 2018.....	63
4.3.	Interpretación de los índices de rendimiento académico por género de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018	64
4.4.	Análisis de los índices de rendimiento académico y su comportamiento por semestre en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	65
4.5.	Descripción del avance académico por año de ingreso de estudiantes a la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 al 2018	66
4.6.	Descripción de los indicadores de rendimiento académico durante los años 2012 a 2018 de las asignaciones de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con nota final mayor a cero puntos.	67
	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES	73
	REFERENCIAS	75
	APÉNDICES	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Histograma + curva normal teórica de las notas finales.....	23
2.	Gráfica de cajas de la nota final de los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018.....	28
3.	Comparación del porcentaje de aprobación de los cursos de Seminario de Sistemas 1 y Organización de Lenguajes y Compiladores 2, período 2012 a 2018.. ..	30
4.	Comportamiento de las asignaciones por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en el período 2012 a 2018.....	33
5.	Distribución de la nota final promedio por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	35
6.	Comparación de diferencia de medias por pares de área en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	37
7.	Comportamiento de la nota promedio de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciado por sexo.....	39
8.	Comportamiento del porcentaje de aprobación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciados por sexo.....	41

9.	Porcentaje de aprobación del semestre 5 y 8 de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018	45
10.	Nota promedio por semestre de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018	47
11.	Comparaciones por pares de semestres profesionales de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018.....	47
12.	Comparaciones por pares de cohortes del 2012 a 2018 de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.....	54

TABLAS

I.	Cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.....	XVII
II.	Variables de estudio	XXVI
III.	Intervalos de confianza para la media con desviación estándar poblacional conocida σ y muestra mayor o igual a 30	10
IV.	Error de estimación para el intervalo de confianza de acuerdo con tipo de población.....	10
V.	Casos posibles para probar una hipótesis	12
VI.	Análisis de varianza	13
VII.	Distribución de asignaciones por género	21
VIII.	Distribución de asignaciones por período	22
IX.	Estadísticas descriptivas de las notas	22
X.	Resultados de la prueba de normalidad de las notas	24
XI.	Asignaciones por curso profesional de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018.....	25
XII.	Nota promedio de los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018.....	26

XIII.	Porcentaje de aprobación en los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018	29
XIV.	Prueba de homogeneidad de varianza para la nota final por curso	31
XV.	Prueba de hipótesis para independencia entre curso	31
XVI.	Asignaciones de estudiantes por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en el período 2012 a 2018 .	32
XVII.	Nota final promedio por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en el período 2012 a 2018	34
XVIII.	Porcentaje de aprobación por área profesional en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018	36
XIX.	Prueba de homogeneidad de varianza para la nota final por área profesional en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	36
XX.	Prueba de hipótesis para independencia entre áreas en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	37
XXI.	Nota promedio de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciado por género	39
XXII.	Porcentaje de aprobación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciados por sexo	40
XXIII.	Prueba de hipótesis para independencia entre género	41
XXIV.	Distribución de los cursos profesionales por semestre y obligatoriedad en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas	42
XXV.	Asignaciones por semestre de estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años 2012 a 2018.....	43
XXVI.	Nota promedio por semestre de estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años 2012 a 2018.....	44

XXVII.	Porcentaje de aprobación por semestre de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del año 2012 a 2018	45
XXVIII.	Prueba de hipótesis para independencia entre semestres profesionales de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.....	46
XXIX.	Asignaciones totales por año de ingreso de estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018	48
XXX.	Asignaciones aprobadas totales por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	49
XXXI.	Total de créditos asignados de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018	50
XXXII.	Total de créditos aprobados por los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018.....	50
XXXIII.	Avance académico por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018	51
XXXIV.	Prueba de hipótesis para independencia de avance académico entre cohortes para estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de 2012 a 2018	52
XXXV.	Porcentaje de aprobación por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de 2012 a 2018	53
XXXVI.	Prueba de hipótesis para independencia entre cohortes para estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de 2012 a 2018	53
XXXVII.	Estadísticas descriptivas de las notas finales mayores a cero	55
XXXVIII.	Comparación del rendimiento académico en los cursos analizando asignaciones completas y asignaciones con notas finales mayores a cero.....	56
XXXIX.	Rendimiento académico por género para las asignaciones con notas finales mayores a cero	57

XL.	Comparación del rendimiento académico en los semestres analizando asignaciones completas y asignaciones con notas finales mayores a cero.....	58
XLI.	Avance académico por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018 con notas finales mayores a cero	58

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
$\bar{\bar{X}}$	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.
Hipótesis	Enunciado que se realiza de manera previa al desarrollo de una determinada 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

En el presente estudio se propuso describir el comportamiento del avance académico real y del rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018.

Dado que se carecen estudios sobre el rendimiento y avance académico de los estudiantes, se consideró necesario desarrollar esta investigación que tomará en cuenta distintos factores: curso, área, género, semestre (período lectivo) y año de ingreso (cohorte).

Esta investigación tomó como objeto de estudio y de análisis las notas finales obtenidas por los estudiantes en los cursos profesionales. Por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se determinó que los datos no se ajustan a la distribución normal. Por tal razón fue necesario aplicar la prueba de Kruskal-Wallis para igualdad de medias y la prueba de U de Mann-Whitney para obtener las diferencias cuándo existieran.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico en cursos, áreas, semestres y cohortes. Se verificó que el rendimiento académico entre hombres y mujeres no presenta diferencias.

Se encontró que el curso con el rendimiento académico más alto es Seminario de Sistemas 1 y el más bajo es el curso de Organización de Lenguajes y Compiladores 2. Además, se determinó que el avance académico real general es de 50.8 % el cual indica que los estudiantes se toman el doble de tiempo en aprobar los cursos profesionales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 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 (estas áreas son las indicadas en el pensum de estudios vigente, sin embargo, en el capítulo de resultados se agregó un área que es considerada por el CCIE) 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
Área de Ciencias de la Computación				
796	Lenguajes formales y de programación	4	3	Sí

Continuación tabla I.

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
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.

- 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 y cambiar de carrera, son algunos 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 realizó un análisis estadístico en el cual se determinó el avance que los estudiantes de la carrera tienen durante la misma, se tomó 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.

- Formulación del problema

La pregunta central y las preguntas auxiliares se formularon para los cursos administrados por la escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el período de 2012 a 2018.

- 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?

- 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?

- Delimitación del problema

El estudio se enfocó 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. Las variables que se estudiaron son:

- Año de ingreso
- Código de curso
- Género del estudiante
- Periodo de aprobación
- Zona obtenida
- Nota final del curso

OBJETIVOS

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.

Específicos

1. 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.
2. 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.
3. 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.

4. 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.
5. 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.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Características del estudio

El enfoque del estudio realizado fue cuantitativo, ya que se trabajó variables numéricas tales como la edad, año y semestre. Además, que las técnicas estadísticas que se utilizaron consistieron en realizar cálculos puntuales sobre los datos analizados 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 fue descriptivo, dado que se describió 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 que se adoptó fue 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 analizó en su estado original sin ninguna manipulación; además fue longitudinal de tendencia, pues se analizó el comportamiento que tiene el rendimiento académico durante los años 2012 a 2018.

- Unidades de análisis

La población estudiada fue de 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 analizó totalmente y no fue necesario realizar muestreos de ningún tipo.

- Variables

Las variables estudiadas se describen en la tabla II.

Tabla II. **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.

- Fases

A continuación, se describirán las fases realizadas en la investigación.

- Fase 1: Revisión de literatura

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

- Fase 2: Gestión y recolección de datos

Se solicitó 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.

- Fase 3: Generación y análisis de información

Los datos se obtuvieron del CCIE, éstos fueron agruparlos de tal modo que fue posible aplicar las técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas con el fin de responder las preguntas planteadas para esta investigación.

Se verificó que los datos proporcionados incluían 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 excluyeron los datos que en algún campo no incluían la información correcta o completa y que pudiera causar inconsistencias en la interpretación. Además, se agruparon 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 realizaron cálculos de estadísticas descriptivas que fueron de utilidad para las diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas realizadas. Se consideraron cálculos de promedios, medias, modas, desviaciones estándar y gráficos de histogramas para una comprensión de los datos.

Se realizó el cálculo de los indicadores y se realizaron 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.

- Fase 4: Interpretación de información

Esta fase determinó si los resultados obtenidos durante la fase 3, contestan las preguntas y objetivos planteados.

- Fase 5: Elaboración del informe final

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

- Técnicas de análisis de información

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

- Software estadístico: Se utilizó para el análisis de la información paquetes de software como Microsoft Excel 365, lenguaje de programación R, SPSS versión 24.
- Pruebas de hipótesis: Se utilizaron para probar suposiciones sobre los parámetros calculados para determinar el rendimiento académico para las distintas variables establecidas. Los estadísticos tratados fueron la varianza y la media.
- Pruebas de normalidad: Se utilizaron para probar si los datos analizados provienen de una distribución normal, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.
- Análisis gráfico: Se realizaron distintos gráficos para representar de esta forma el comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes de acuerdo con las distintas variables establecidas. Se realizaron gráficas como histogramas, gráfica de barras, gráfica de cajas y otros que se consideren necesarios durante la generación de resultados.
- Intervalos de confianza: Se utilizaron para el cálculo de rangos para los parámetros que se calcularán, por ejemplo, para la media y desviación estándar.

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 analizaron 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, género, semestre y cohorte para identificar posibles diferencias a nivel estadístico entre las variables mencionadas, aplicando métodos paramétricos o no paramétricos, según su necesidad de 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 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.

1. MARCO REFERENCIAL

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.

1.1. Estudios previos

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 mencionada, 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 permitió 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 (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 reflejó 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 (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 (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 es 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 (2007) estudió enfocándose en el análisis cualitativo de 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 por su enfoque no cuantitativo y deja claro que para analizar el rendimiento académico es necesario profundizar en los tres factores mencionados. En este estudio se analizó y comparó el 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 y Sánchez (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 procedencia 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 procedencia 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.

Merlino, Ayllón y Escanés (2011), 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.

Sánchez, Navarro y García (2009), 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 puede 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.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos estadísticos

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

2.1.1. 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), “hay tres niveles de confianza relacionados comúnmente con los intervalos de confianza: 90 %, 95 % y 99 %. No hay nada mágico sobre estos tres valores. Se podría calcular un intervalo de confianza del 82 % si se deseara” (p. 171).

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 III. **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	de
$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (Ec. 1)$	$1 - \alpha \quad (Ec. 2)$	$\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$(Ec. 3)$

Fuente: Webster (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*.

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

Error de estimación		
Poblaciones infinitas	$\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$(Ec. 4)$
Poblaciones finitas	$\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$	$(Ec. 5)$

Fuente: Webster (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*.

2.1.2. Pruebas de hipótesis

Walpole, Myers, Myers y Ye (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. “Un error tipo I es rechazar una hipótesis nula que es verdadera. Un error tipo II es no rechazar una hipótesis nula que es falsa” (Webster, 2000, p. 201).

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

Tabla V. **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: Webster (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*.

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.

2.1.3. 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, p. 240). La tabla VI, muestra de forma resumida el análisis de varianza y los elementos que la conforman.

Tabla VI. **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: Webster (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*.

Para Webster (2000):

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

$$SCT = SCTR + SCE \quad (\text{Ec. 6})$$

SCTR es la suma de cuadrados para tratamientos o grupos y se tiene que:

$$SCTR = \sum r_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 \quad (\text{Ec. 7})$$

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

$$SCE = \sum \sum r_j (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \quad (\text{Ec. 8})$$

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 . (pp. 277-278)

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

Este análisis se realiza por medio de la prueba conocida como Kruskal-Wallis y qué es un método estadístico no paramétrico. Walpole *et. al.* (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:

$$h = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{r_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (\text{Ec. 9})$$

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 .

2.1.5. 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 (1966), indica que “de la muestra pueden considerarse como provenientes de la población que contenga la distribución teórica. La prueba específica la distribución de frecuencia acumulativa que podría ocurrir bajo la distribución teórica, y la compara con la distribución de frecuencia acumulativa observada” (p. 6).

Según Argón (2016):

Los pasos del procedimiento de la prueba de Kolmogorov-Smirnov son:

- Ordenar los datos en forma creciente con sus respectivas frecuencias observadas.
- Indicar al lado de cada valor las frecuencias teóricas correspondientes a la descripción del comportamiento que se desea probar sigue la información de la muestra, ya que es lo que se desea 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. En lenguaje simbólico, se establecería la ecuación 9, Donde $F_0(x_i)$ es la frecuencia esperada, o teórica acumulada relativa, y $S_N(x_i)$ es la frecuencia observada acumulada relativa, es decir, es el punto en el que las dos distribuciones, la teórica y la observada, muestran la mayor divergencia.

$$D = \max |F_0(x_i) - S_N(x_i)| \quad (\text{Ec. 10})$$

- 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 DC 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 sólo se ha construido una tabla que es para dos extremos, por lo que será en la que nos apoyaremos. (pp. 554-555)

2.2. 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.

2.2.1. 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 (2018), al indicar que no hay un acuerdo entre autores al tratar de definir este concepto.

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 (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, el porcentaje de estudiantes aprobados en un curso y el número de créditos acumulados como indicadores del rendimiento académico” (p. 7).

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 (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).

2.2.2. 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.

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 entre las cuales se pueden mencionar:

- Deben definirse en un marco teórico.
- Deben ser específicos.
- Deben ser explícitos.
- Su disponibilidad debe considerarse para varios períodos.
- Deben ser relevantes.
- No deben ser exclusivos.

- Deben ser claro.
- Deben ser construido de la misma forma y en condiciones similares en diferentes periodos para que pueda considerarse válido.
- Deben ser sólido.
- Deben ser adaptable al cambio.
- Deben ser medible.

Luego de presentar las características principales de los indicadores, es posible calcularlos, para ello primero es necesario identificarlos.

Según Martín, García, Torbay y Rodríguez (2008):

En su estudio utilizaron los datos del expediente para crear los siguientes indicadores de rendimiento:

- Tasa de intento (TI): hace referencia a la frecuencia con la que los estudiantes se presentan a convocatorias oficiales (créditos presentados/créditos matriculados).
- Tasa de eficiencia (TEf): hace referencia al número de créditos que se aprueban sobre el total de matriculados (créditos aprobados/créditos matriculados).
- Tasa de éxito (TEx): indica el número de créditos aprobados sobre el total de créditos presentados (créditos aprobados/créditos presentados). (p. 406)

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 (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.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resumen estadístico de los datos

La cantidad de registros analizados fue de 39,265, correspondientes al número de asignaciones entre 2012 y 2018. En estas asignaciones se tomaron en cuenta las notas del semestre uno y dos del calendario de labores anual, también los cursos de vacaciones, tanto del primer y segundo semestre que presentan asignaciones.

La tabla VII, muestra la distribución y el porcentaje que representan el total de registros analizados, agrupados por género. Estos resultados evidencian una población mayoritaria de hombres.

Tabla VII. **Distribución de asignaciones por género**

	Asignaciones	Porcentaje
Hombres	35,060	89.3 %
Mujeres	4,205	10.7 %
Total	39,265	100 %

Fuente: elaboración propia.

La tabla VIII, muestra cómo se distribuyen las asignaciones de acuerdo con el período. Para los semestres se nota un ligero incremento en el primer semestre, sin embargo, la diferencia no es significativa con el segundo semestre. Esto mismo sucede para los cursos de vacaciones, en donde la cantidad de

asignaciones es muy parecida, con únicamente 2 puntos porcentuales de diferencia aproximadamente.

Tabla VIII. **Distribución de asignaciones por período**

	Asignaciones	Porcentaje
Primer semestre	15,518	39.52 %
Vacaciones de junio	5,110	13.01 %
Segundo semestre	13,974	35.59 %
Vacaciones de diciembre	4,663	11.88 %
Total	39,265	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las notas de los estudiantes se analizaron utilizando estadísticas descriptivas y los resultados se muestran en la tabla IX.

Tabla IX. **Estadísticas descriptivas de las notas**

Media	Moda	Mediana	S	S²	C.V.	Curtosis	Asimetría
45.61	0	61	31.73	1,006.8	0.70	-1.37	-0.49

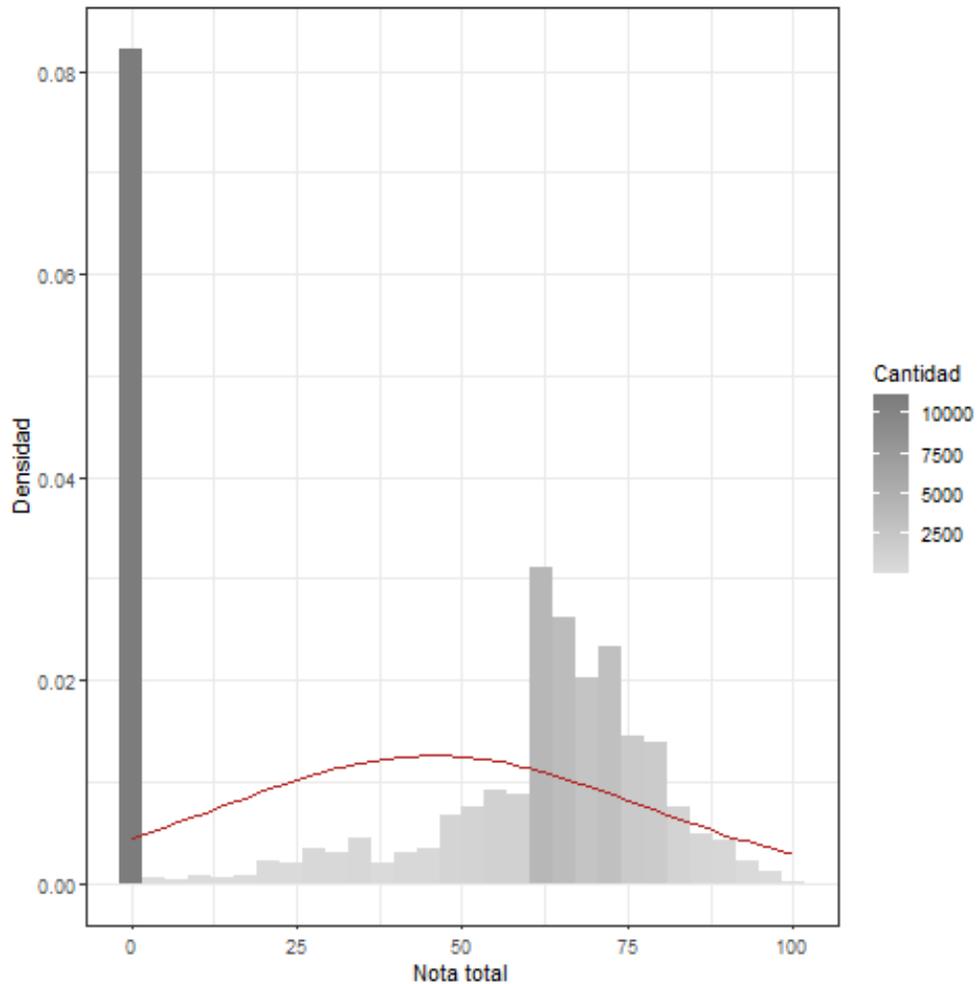
Fuente: elaboración propia.

Estos resultados preliminares muestran que las notas presentan dos tendencias, tanto el 0 como el 61.

3.1.1. Prueba de normalidad para las notas finales de los estudiantes en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Las notas finales de los estudiantes en los cursos profesionales no presentaron normalidad, tal como se observa su comportamiento en la figura 1.

Figura 1. **Histograma + curva normal teórica de las notas finales**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la tabla X, los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov realizada para contrastar la hipótesis de normalidad en la población estudiada con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla X. **Resultados de la prueba de normalidad de las notas**

Valor crítico	Estadístico	Valor P	Resultado
0.01	0.20778	0	No es normal

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las notas no siguen una distribución normal y se acepta la hipótesis. Estos resultados son importantes porque permiten definir los métodos estadísticos aplicados en las siguientes secciones.

3.2. Comportamiento del avance e indicadores de rendimiento académico para los años 2012 a 2018 en los cursos profesionales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Para este análisis fue necesario separar todas las asignaciones realizadas por los estudiantes en los cursos profesionales. Se separaron por año y períodos correspondientes al período uno y cinco (primer y segundo semestre), así como las vacaciones de junio y diciembre (período tres y siete). Esto con el objetivo de obtener los porcentajes de aprobación y las notas finales totales. Se unieron los periodos de semestres y vacaciones para formar una sola columna, S y V respectivamente.

Tabla XI. **Asignaciones por curso profesional de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018**

Curso	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		Total
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	
283	79	59	50	43	83	42	76	88	35	35	104	0	118	0	812
785	59	81	68	61	49	51	77	85	79	19	84	0	100	0	813
778	118	0	65	0	211	55	164	23	201	93	192	78	205	54	1459
779	123	0	128	0	150	0	159	0	103	50	127	41	122	41	1044
14	191	0	232	30	219	0	210	0	191	0	166	0	231	0	1470
772	202	160	196	145	208	169	191	181	184	198	222	216	227	211	2710
972	79	27	84	37	59	39	103	25	84	36	37	5	53	24	692
770	333	0	414	25	421	115	287	90	258	80	315	66	441	84	2929
771	240	0	259	12	280	105	302	136	308	135	324	111	299	32	2543
796	173	77	205	92	272	89	250	95	278	80	297	63	325	92	2388
795	229	0	251	0	256	0	203	0	240	0	272	0	295	0	1746
773	76	76	123	109	138	134	156	119	104	130	122	122	145	117	1671
729	79	42	118	38	82	0	155	0	130	0	114	0	106	0	864
720	77	46	87	20	112	41	62	20	114	38	84	10	58	61	830
964	157	28	269	68	201	30	233	106	229	73	231	96	265	158	2144
777	183	54	215	61	224	59	255	50	198	19	268	63	314	63	2026
781	164	24	195	139	208	188	122	102	138	67	155	24	174	78	1778
970	66	27	86	21	102	21	144	0	125	30	71	26	55	38	812
975	107	27	72	68	101	0	146	35	97	19	57	114	22	68	933
799	77	42	83	21	74	0	120	0	98	0	54	0	69	0	638
798	101	58	113	43	77	31	79	62	62	68	67	55	91	49	956
797	88	24	67	29	80	0	108	0	81	42	44	72	39	59	733
774	182	0	175	0	158	0	162	0	173	0	136	0	161	0	1147
775	104	85	65	37	74	72	64	53	42	13	40	0	54	0	703
281	67	43	30	31	107	68	78	28	37	0	38	11	26	23	587
285	86	48	69	26	80	83	75	72	19	45	24	31	46	0	704
285	86	48	69	26	80	83	75	72	19	45	24	31	46	0	704
786	106	0	112	0	96	22	115	0	122	0	50	68	54	48	793
787	67	0	51	39	58	30	53	0	79	0	58	39	65	0	539
780	73	42	93	11	66	34	73	119	80	74	67	15	106	76	929
722	108	41	106	19	142	34	149	20	172	0	115	0	189	0	1095

Continuación tabla XI.

724	62	68	54	73	54	37	65	52	62	62	56	46	54	32	777
Total	3856	1179	4135	1298	4442	1549	4436	1561	4123	1406	3991	1372	4509	1408	39265

Fuente: elaboración propia.

Las asignaciones en cursos profesionales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años 2012 a 2018 se muestran en la tabla XI, se agruparon por año y período lectivo (semestre y vacaciones). Se puede observar el comportamiento de las asignaciones en los diferentes períodos, teniendo una reducción considerable en los períodos vacacionales y que este fenómeno ha incrementado en los últimos años.

La nota promedio de cada curso se observa en la tabla XII. Se obtuvo que el promedio más bajo corresponde al curso de Organización de Lenguajes y Compiladores 2, con 20.2 puntos. Mientras que el promedio más alto corresponde al curso de Seminario de Sistemas 1 con 73.4 puntos. La tabla XII muestra con más detalle estos resultados para cada uno de los cursos y años analizados.

Tabla XII. **Nota promedio de los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018**

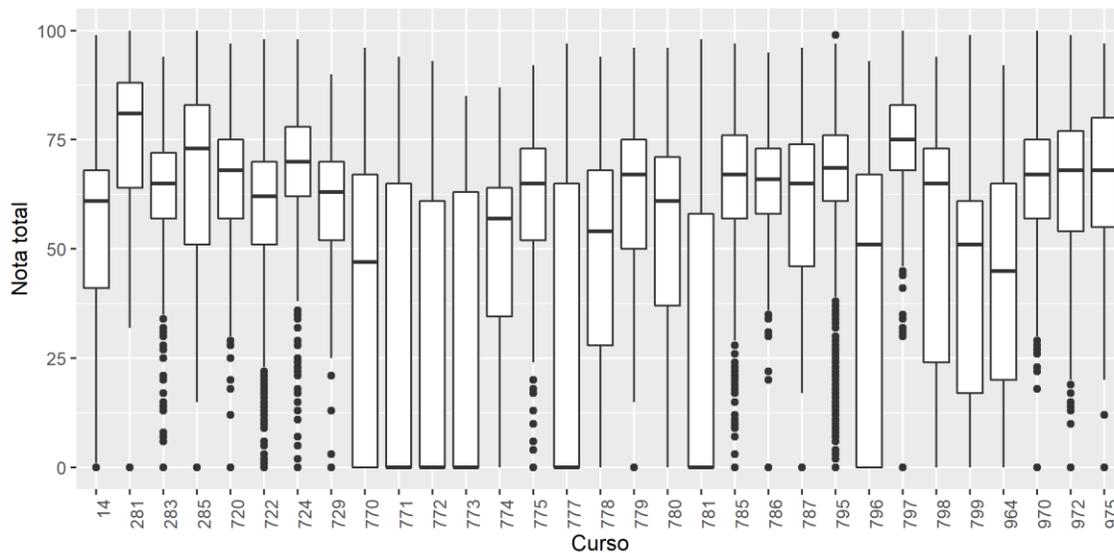
Curso	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		Promedio
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V			
283	60.9	65.9	57.2	69	56.3	80.1	57.5	67.1	50.2	63.6	56.7	0	58.1	0	61.1
785	48.4	62.1	52.9	76.3	55.2	68.7	47.4	72.7	52.3	76.8	65	0	64.4	0	61.1
778	53.9	0	54.5	0	50.3	72.6	41.6	71.1	39.8	68.8	34	65.1	24.7	66.5	46.3
779	62.5	0	53.7	0	53	0	56.4	0	41.9	74.7	46.1	83.9	60.1	72.2	56.6

Continuación tabla XII.

14	55.1	0	50.4	67.3	48.3	0	49.3	0	57.5	0	55	0	46.4	0	51.7
772	24.6	27.6	35.5	29.3	27	25.5	21.4	29.3	18.2	39.4	19.2	24.9	21.1	26.2	26.2
972	55.6	78.5	54.4	83.1	58.9	77	57.2	73.6	45.6	49.4	55.3	59.4	63.5	71	59.8
770	33.9	0	30	50.2	35.2	25.5	39	36.6	40.1	48.8	42.8	33.3	28.5	21.5	34.7
771	34.6	0	41.1	46.7	36.1	34.6	27.5	26.6	22.6	24	37.9	19.5	39.6	8.9	32.2
796	41.3	34.7	36.8	34.9	45.9	50	36.7	31.8	31.8	37.6	35	44.6	39.2	41.4	38.2
795	62.7	0	62.8	0	64.3	0	64.8	0	68	0	68.1	0	66.4	0	65.4
773	39.7	45.8	32.8	34	26.2	38.5	33.4	37.5	25.7	19.4	29.4	34.7	25.9	17.6	30.8
729	61.9	68.8	49.4	69.7	60.8	0	49.3	0	56	0	57.7	0	53.8	0	56.1
720	59.7	74.7	53.3	76.2	56.7	65.8	52.1	67.1	57.5	69.3	52.7	78.3	52.4	77.1	60.2
964	29.3	69.4	36.1	60.3	48.6	74.1	27	68.6	31.7	67.2	27.8	69.3	27	55.7	40.7
777	32.8	42.6	31.2	39.2	37.8	36.9	25.3	45.6	26.4	35.5	17.4	42.6	21.5	32.7	29
781	24.2	63.4	13.9	33.8	20.8	32.8	18.4	17.4	12.8	8.9	16.5	12.2	14.9	9.7	20.2
970	62.7	66.1	51.4	69.3	61.5	75.3	54.4	0	56.5	90.5	62.9	81.3	69.9	88.8	62.9
975	37.1	63.6	47.8	62.3	61.3	0	58.2	55.6	55.5	69.9	45.1	86.1	58.5	80.4	59.9
799	37.2	33.1	43.4	41.6	35.9	0	44.2	0	54.6	0	48	0	51.3	0	44.2
798	56.5	51.8	47.2	52.9	51.4	65.1	46.4	59.5	49.2	57.2	41.3	58.9	39.1	57	51.2
797	72.6	72.2	58.6	68.3	71.6	0	68.9	0	71.8	88.4	64.1	85.5	68.1	92	73.4
774	40.7	0	42.2	0	48.9	0	53.3	0	44.5	0	46.2	0	51	0	46.5
775	33.8	47.3	41.1	60	55.7	68.5	67.3	72.3	58.6	66.9	59	0	69.5	0	55.6
281	70.3	86.4	57.1	68.8	59.1	68.6	68.4	81.6	66.6	0	82.7	66.9	61.7	51.8	68.2
285	49.4	70.6	50.6	78.3	48.9	86.3	36.9	77.2	62.4	77.7	44.6	88.1	61.1	0	62.3
786	64.5	0	60.8	0	57	70.5	58.9	0	58.5	0	49.4	68.9	50.1	70.7	60.3
787	44.5	0	55.9	53.3	59.8	49.7	51	0	62.1	0	45.3	57	63.6	0	54.7
780	58.2	76.7	65.1	57.5	48.9	69.6	33.5	65.3	48.5	42.6	40.7	61.1	43.1	42.6	52.1
722	56	60	60.7	71.8	51.9	53.4	53.3	78.6	59.9	0	56.6	0	58	0	57.3
724	52.5	73.9	64.3	72.1	61	78	60.6	78.9	63.2	76.8	62.2	76.8	64.8	79.7	68.2
Prome dio	45.7	55	43.9	52.1	46.5	50.4	43.9	50	43.7	48.9	42.1	52.6	41.6	46.5	45.6

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Gráfica de cajas de la nota final de los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

El comportamiento y distribución de la nota final en los cursos profesionales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018 se muestran en la figura 2, por medio de una gráfica de cajas. Lo importante de esta gráfica es observar a simple vista la mediana, los cuartiles y los valores atípicos de las notas finales en cada curso para el período indicado.

La tabla XIII, muestra el porcentaje de aprobación para los cursos profesionales asignados por los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018. Estos resultados mostraron que el curso con porcentaje más alto de aprobación es Seminario de Sistemas 1 con un 91.1 % y el curso con menor porcentaje de estudiantes aprobados es Organización de Lenguajes y Compiladores 2 con 24 %.

Tabla XIII. Porcentaje de aprobación en los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, período 2012 a 2018

Curso	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		Total
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	
283	69.6	88.1	56	95.3	61.4	100	57.9	97.7	45.7	85.7	54.8	0	60.2	0	70.6
785	59.3	88.9	57.4	95.1	63.3	90.2	42.9	91.8	51.9	94.7	78.6	0	76	0	72.9
778	55.9	0	61.5	0	47.9	96.4	37.8	91.3	21.9	86	15.6	78.2	8.8	96.3	43
779	81.3	0	67.2	0	66.7	0	62.9	0	48.5	98	38.6	100	61.5	97.6	66.1
14	58.1	0	55.6	86.7	43.8	0	52.4	0	63.9	0	65.7	0	52.8	0	56.1
772	18.8	32.5	37.2	24.1	25.5	32.5	14.1	37.6	19.6	52	19.8	28.2	24.2	34.1	28.5
972	58.2	92.6	58.3	97.3	72.9	89.7	66	96	46.4	63.9	70.3	80	73.6	95.8	69.4
770	37.8	0	32.9	40	34.7	30.4	42.2	45.6	50.4	67.5	55.6	42.4	37.9	28.6	40.7
771	37.5	0	45.9	66.7	45.4	46.7	32.1	36	33.1	34.1	46	27.9	50.5	12.5	40.2
796	48	37.7	42.9	34.8	50	49.4	40.8	34.7	34.9	50	36	58.7	39.4	44.6	41.8
795	76	0	76.5	0	78.5	0	79.3	0	83.8	0	84.6	0	84.1	0	80.6
773	43.4	61.8	33.3	37.6	31.9	48.5	34.6	48.7	34.6	26.9	32.8	49.2	32.4	23.1	37.6
729	73.4	97.6	34.7	94.7	68.3	0	54.8	0	63.8	0	64	0	59.4	0	62
720	67.5	97.8	62.1	100	54.5	92.7	59.7	90	71.1	94.7	64.3	100	70.7	100	73.3
964	25.5	82.1	30.1	75	47.8	86.7	10.7	85.8	22.3	83.6	16.9	87.5	9.8	57.6	36.6
777	39.3	55.6	40	50.8	48.2	47.5	31	64	31.8	47.4	20.9	55.6	24.5	42.9	36.2
781	22	70.8	15.4	39.6	22.6	47.3	16.4	24.5	16.7	10.4	18.7	16.7	19.5	12.8	24
970	77.3	88.9	43	90.5	70.6	100	60.4	0	51.2	96.7	77.5	100	80	100	69.8
975	35.5	85.2	54.2	79.4	74.3	0	58.2	77.1	68	100	49.1	97.4	63.6	89.7	68.6
799	7.8	38.1	18.1	57.1	12.2	0	15.8	0	52	0	20.4	0	37.7	0	25.9
798	67.3	63.8	60.2	60.5	61	90.3	58.2	79	61.3	77.9	52.2	85.5	46.2	79.6	65.2
797	92	95.8	76.1	86.2	95	0	89.8	0	91.4	97.6	84.1	98.6	84.6	100	91.1
774	46.7	0	45.1	0	34.8	0	58.6	0	39.9	0	42.6	0	49.7	0	45.4
775	25	65.9	46.2	83.8	64.9	91.7	76.6	100	76.2	92.3	62.5	0	90.7	0	67.9
281	85.1	97.7	66.7	80.6	71	77.9	82.1	92.9	78.4	0	100	100	73.1	43.5	80.1
285	48.8	95.8	36.2	96.2	48.8	97.6	34.7	93.1	63.2	93.3	41.7	96.8	67.4	0	67.6
786	77.4	0	61.6	0	62.5	95.5	69.6	0	68	0	62	88.2	68.5	97.9	71.9
787	47.8	0	62.7	71.8	75.9	70	54.7	0	77.2	0	53.4	66.7	81.5	0	66.2
780	67.1	100	92.5	72.7	45.5	91.2	26	85.7	46.2	25.7	38.8	73.3	33	21.1	55

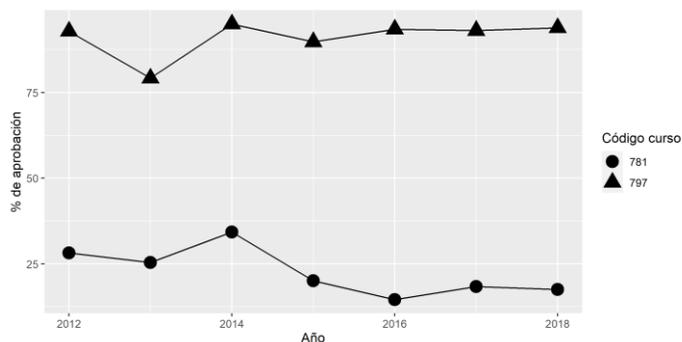
Continuación tabla XIII.

285	48.8	95.8	36.2	96.2	48.8	97.6	34.7	93.1	63.2	93.3	41.7	96.8	67.4	0	67.6
786	77.4	0	61.6	0	62.5	95.5	69.6	0	68	0	62	88.2	68.5	97.9	71.9
787	47.8	0	62.7	71.8	75.9	70	54.7	0	77.2	0	53.4	66.7	81.5	0	66.2
780	67.1	100	92.5	72.7	45.5	91.2	26	85.7	46.2	25.7	38.8	73.3	33	21.1	55
722	57.4	78	64.2	89.5	45.8	61.8	45.6	95	62.2	0	57.4	0	63	0	58.8
722	57.4	78	64.2	89.5	45.8	61.8	45.6	95	62.2	0	57.4	0	63	0	58.8
724	50	98.5	72.2	94.5	75.9	100	58.5	94.2	74.2	98.4	76.8	100	74.1	96.9	82.1
Total	49.9	71.3	47.6	63.1	50.3	63.6	45.7	65.1	48.1	61.7	45.8	65.2	45.7	54.9	51.5

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de aprobación de los estudiantes mostraron que el curso con el porcentaje más alto es Seminario de Sistemas 1 con un 91.1 %. En cuanto al curso con un menor porcentaje de estudiantes aprobados es Organización de Lenguajes y Compiladores 2 con 24 %.

Figura 3. **Comparación del porcentaje de aprobación de los cursos de Seminario de Sistemas 1 y Organización de Lenguajes y Compiladores 2, período 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

La figura 3, muestra el comportamiento de aprobación para los cursos de Seminario de Sistemas 1 y Organización de Lenguajes y Compiladores 2, durante el período de 2012 a 2018 y los compara para tener una idea de la gran diferencia que existe entre ellos. Se puede ver que a partir del año 2015 el porcentaje de aprobación en el primer curso aumenta y mientras que en el segundo disminuye cada año.

Finalmente, se realizó la prueba de Levene para homogeneidad de varianza y la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar independencia en la nota final en cada curso profesional con un nivel de confianza de 95 %. Los resultados se muestran en las tablas XIV y XV respectivamente. Debido a que la significancia es menor a 0.05, se puede concluir que la distribución de la nota total o final no es la misma entre los cursos de manera general.

Tabla XIV. **Prueba de homogeneidad de varianza para la nota final por curso**

gl.	Valor F	Significancia
30	113.98	0.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Prueba de hipótesis para independencia entre curso**

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la nota total o final es la misma entre las categorías de curso	Prueba de kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula

Fuente: elaboración propia

3.3. Comportamiento de los índices de rendimiento académico en las áreas profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, para los años de 2012 a 2018

Para el análisis por área profesional se incorporó programación de sistemas como una más, esto para manejarlo como lo hace el CCIE actualmente.

Los totales de cursos por cada área se distribuye cómo sigue: Ciencias de la Computación 11, Desarrollo de Software 5, Metodología de Sistemas 11 y Programación de Sistemas 4. Los pesos son de 35 %, 16 %, 35 % y 13 % respectivamente. Los resultados obtenidos en cuanto a las áreas se refieren se presentan a continuación.

Tabla XVI. **Asignaciones de estudiantes por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en el período 2012 a 2018**

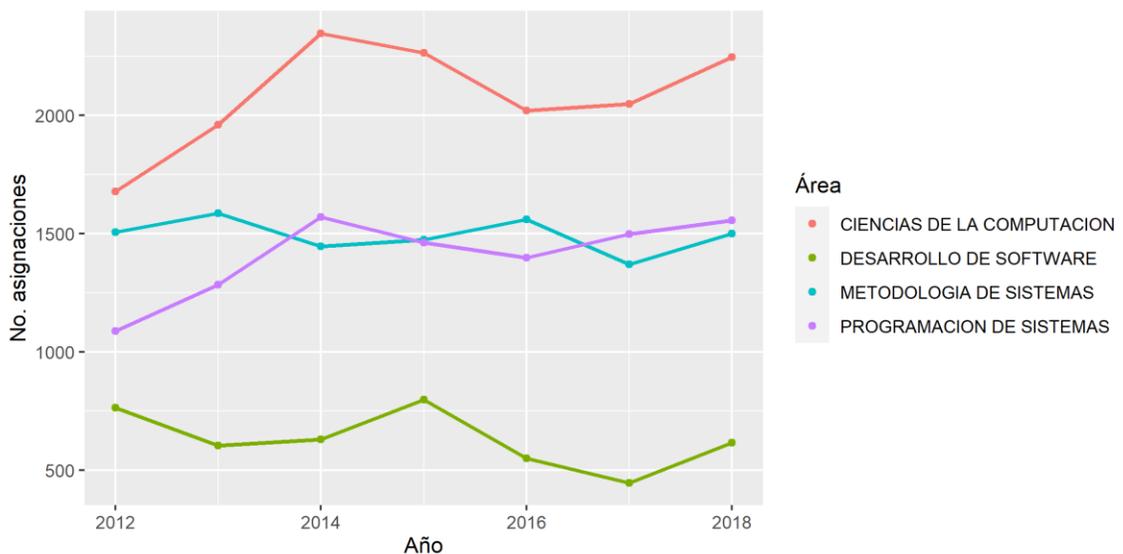
Área	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		Total
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	
CIENCIAS															
DE LA	1323	355	1418	543	1715	632	1729	536	1509	512	1497	552	1607	639	14567
COMPUTACIÓN															
DESARROLLO															
DE	497	267	451	152	430	199	452	345	409	141	431	15	539	76	4404
SOFTWARE															
METODOLOGÍA															
DE	1185	321	1274	312	1250	195	1319	154	1351	210	1080	290	1251	249	10441
SISTEMAS															
PROGRAMACIÓN															
DE	851	236	992	291	1047	523	936	526	854	543	983	515	1112	444	9853
SISTEMAS															
Total	3856	1179	4135	1298	4442	1549	4436	1561	4123	1406	3991	1372	4509	1408	39265

Fuente: elaboración propia.

Lo importante de notar en la tabla XVI, es la diferencia en el número de asignaciones en cada área. La menor cantidad de asignaciones se puede observar en el área de Desarrollo de Software con un total de 4,404 y la mayor cantidad de asignaciones se encuentran en el área de Ciencias de la Computación, esto para los años de 2012 a 2018. Este fenómeno puede deberse a varios factores, se considera como principal el número de repitencias y la cantidad de cursos en cada área.

De lo anterior, se puede decir que el total de asignaciones mostrados en la tabla XVI también depende del peso que le corresponde, el comportamiento de las asignaciones por cada año se muestra en la figura 4.

Figura 4. **Comportamiento de las asignaciones por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en el período 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

Lo anterior influyó en los resultados correspondientes a la nota promedio en cada área mostrada en la tabla XVII. Se puede observar que Programación de Sistemas es el área que tiene el promedio más bajo con 31 puntos y Metodología de Sistemas el promedio más bajo con 58.7 puntos.

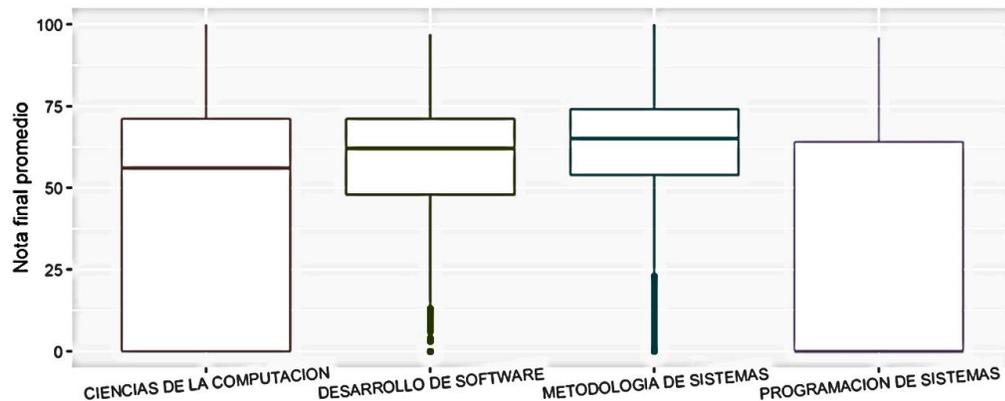
También se nota una clara diferencia en el promedio ponderado obtenido en los períodos de semestre y vacaciones, siendo más alta en ésta última. La distribución de las notas por área profesional se muestra en la figura 5, con un diagrama de cajas.

Tabla XVII. Nota final promedio por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en el período 2012 a 2018

ÁREA	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		PROMEDIO
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	
CIENCIAS															
DE LA	43.3	59.6	38.6	50.4	46.5	56.1	40.6	51.5	36.7	55.9	33.2	66.4	33.9	52.8	43.4
COMPUTACIÓN															
DESARROLLO															
DE	46	60.5	50.1	68.9	52.2	71.2	51.8	68.6	48.7	54.7	52.7	61.1	55.3	42.6	54.5
SOFTWARE															
METODOLOGÍA															
DE	57.8	62.1	55.2	64.2	56.2	63.9	54.7	69.5	60.4	71.4	57.3	71.1	56	75.8	58.7
SISTEMAS															
PROGRAMACIÓN															
DE	32.4	33.4	34.3	33.5	32.6	30.6	30.7	31.7	27.3	32.2	34.2	27.1	29.6	21.8	31
SISTEMAS															
PROMEDIO PONDERADO	45.7	55.3	43.9	52.1	46.5	50.4	43.9	50.4	43.7	48.9	42.1	52.6	41.6	46.5	45.6

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Distribución de la nota final promedio por área profesional de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de aprobación por área se muestra en la tabla XVIII y afirma nuevamente que el área con menor porcentaje de aprobación para los cursos que contiene es el de Programación de Sistemas con 36.7 % y el mayor o tiene el área de Metodología de Sistemas con 67.4 % de aprobación.

En conjunto se puede observar que el mejor porcentaje de aprobación durante el período de 2012 a 2018 ocurrió en las vacaciones de 2012 con un 55.3 % de aprobación, no tomando en cuenta la distinción del período de vacaciones.

Tabla XVIII. **Porcentaje de aprobación por área profesional en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**

Área	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		Total
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	
CIENCIAS															
DE LA	47.7	73	41	60.4	52.1	68	41.5	64.6	35.7	70.1	31.2	80.4	31.4	61.5	47.3
COMPUTACIÓN															
DESARROLLO															
DE	50.3	83.1	58.1	90.8	50	93	53.1	92.5	47.7	56	53.8	73.3	57.7	21.1	60.7
SOFTWARE															
METODOLOGÍA															
DE	63.9	81.3	59.5	83	60.5	85.1	58.4	87.7	70.1	91	66.7	89.7	65.9	95.2	67.4
SISTEMAS															
PROGRAMACIÓN															
DE	33.7	41.9	37.2	32.3	35.3	39	31.9	41.1	35.6	43.8	41.5	35	37.8	28.6	36.7
SISTEMAS															
Total	45.7	55.3	43.9	52.1	46.5	50.4	43.9	50.4	43.7	48.9	42.1	52.6	41.6	46.5	45.6

Fuente: elaboración propia.

Un análisis de varianza fue necesario para analizar el rendimiento académico en las 4 áreas profesionales que conforman la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. En este análisis no se categorizaron los años, es decir, se realizó de forma general.

Tabla XIX. **Prueba de homogeneidad de varianza para la nota final por área profesional en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**

gl.	Valor F	Significancia
3	979	0.000

Fuente: elaboración propia.

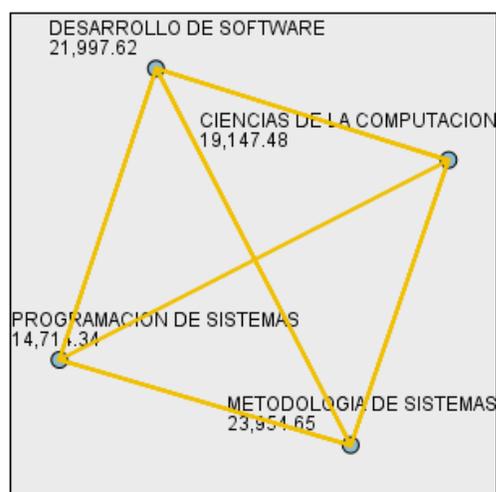
En la tabla XIX, se muestra que no existe homogeneidad de varianzas de la nota final en las áreas profesionales. Por lo anterior, al realizar la prueba de Kruskal-Wallis se concluye que la distribución en la nota final no es la misma respecto a las áreas profesionales y esto se observa en la tabla XX.

Tabla XX. **Prueba de hipótesis para independencia entre áreas en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la nota total o final es la misma entre las categorías de área	Prueba de kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Comparación de diferencia de medias por pares de área en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

Para determinar entre qué áreas existen diferencias estadísticamente significativas se realizaron las pruebas post-hoc, la prueba que se realizó fue la U de Mann-Whitney. Los contrastes entre pares de áreas se muestran en la figura 6, que reafirman los resultados mostrados en la figura 5.

La figura 6, muestra la diferencia de medias que existe entre cada área y se nota una mayor diferencia en el área de programación de sistemas con relación a las tres áreas restantes. Esto demuestra que las poblaciones son estadísticamente independientes.

3.4. Comparación de los índices de rendimiento académico analizados por género de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018

Este análisis toma en cuenta mujeres y hombres con el fin de identificar diferencias en rendimiento y aprobación en los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018. En ocasiones se mencionará los sexos hombre y mujer para hacer referencia de los géneros.

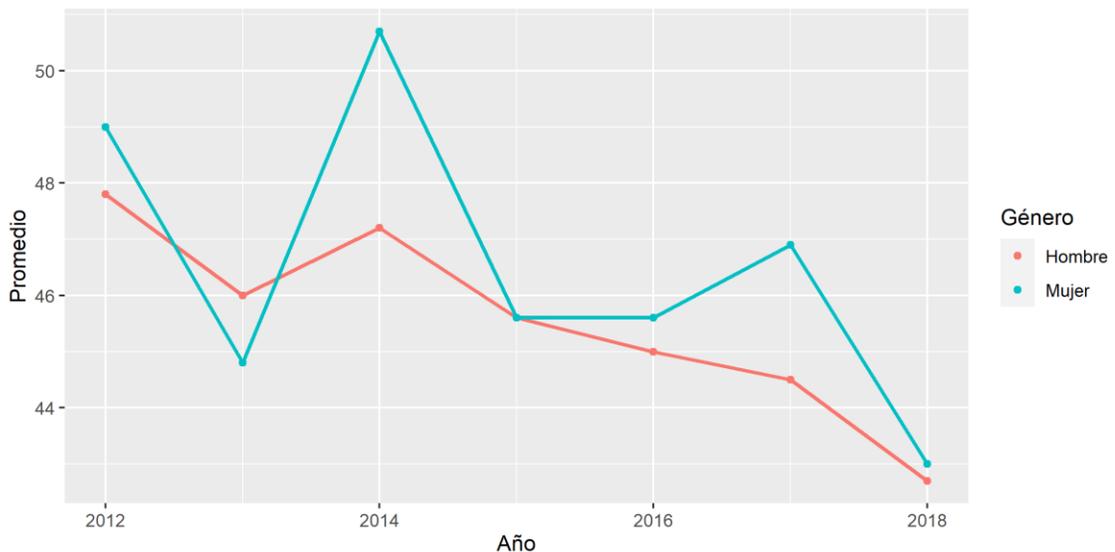
La tabla XXI, muestra la nota promedio de acuerdo con el género en los años indicados anteriormente. Estos resultados muestran que las mujeres tienen en total un promedio más alto comparado con el de los hombres. Para el período analizado se puede comprobar que este comportamiento se mantiene cada año a excepción del año 2013 en donde los hombres tuvieron un promedio de 46 puntos y las mujeres 44.8 puntos. Así mismo, en el año 2015 en donde no existe diferencia entre ambos géneros.

Tabla XXI. **Nota promedio de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciado por género**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Masculino	47.8	46	47.2	45.6	45	44.5	42.7	45.5
Femenino	49	44.8	50.7	45.6	45.6	46.9	43	46.4
Total	47.9	45.9	47.5	45.6	45	44.8	42.7	45.6

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Comportamiento de la nota promedio de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciado por sexo**



Fuente: elaboración propia.

La figura 7, muestra de forma gráfica los resultados de la tabla XXI, esto con el fin de ver el comportamiento durante los años 2012 a 2018. Es importante

observar que en ambos géneros el promedio disminuye considerablemente para el año 2018.

Algo importante a mencionar es que el número de asignaciones de hombres es mayor al de mujeres y esto influye de manera significativa en los resultados, tanto en promedio como en porcentaje de aprobación.

Tabla XXII. Porcentaje de aprobación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciados por sexo

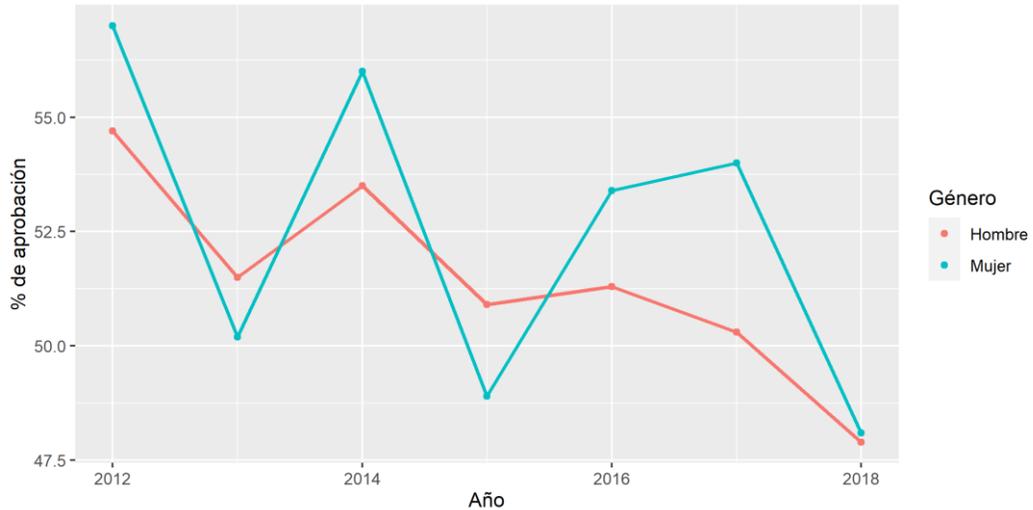
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Hombres	54.7	51.5	53.5	50.9	51.3	50.3	47.9	51.4
Mujeres	57.0	50.2	56.0	48.9	53.4	54.0	48.1	52.4
Total	54.9	51.3	53.7	50.7	51.6	50.8	47.9	51.5

Fuente: elaboración propia.

Para los años 2012 a 2018, el porcentaje de aprobación en mujeres y hombres se muestra en la tabla XXII. Se pudo observar en los resultados que las mujeres tienen mayor porcentaje de aprobación con un 52.4 % sobre un 51.4 % de aprobación en hombres.

El comportamiento durante los años 2012 a 2018 se muestra en la figura 8. Además, se observa nuevamente que el porcentaje de aprobación disminuye de manera considerable en el año 2018 con una diferencia de casi 3 puntos porcentuales en comparación del año 2017.

Figura 8. **Comportamiento del porcentaje de aprobación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas diferenciados por sexo**



Fuente: elaboración propia.

Tanto en el promedio y porcentaje de aprobación se observó que existen diferencias, pero es necesario probar esta hipótesis y así determinar si son significativas. Fue necesario aplicar la prueba de Kruskal-Wallis con un 95 % de confianza.

Tabla XXIII. **Prueba de hipótesis para independencia entre género**

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la nota total o final es la misma entre las categorías de género	Prueba de kruskal-Wallis de muestras independientes	0.072	Retener la hipótesis nula

Fuente: elaboración propia

De los resultados en la tabla XXII, de la prueba realizada, se concluyó que las diferencias en el rendimiento académico entre mujeres y hombres no son estadísticamente significativas.

3.5. Comportamiento de los índices de rendimiento académico por semestre en las notas finales de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en los años de 2012 a 2018

La distribución que llevó a cabo para los cursos profesionales por semestre y obligatoriedad, esto está definido en la tabla XXIV. El objetivo es mostrar el peso o carga académica en cada semestre a partir del tercero donde inicia el área profesional y que finaliza en el décimo. Se pudo observar que el noveno y décimo semestre presentan cursos no obligatorios y eso hace que el peso sea mayor en cantidad de cursos.

Tabla XXIV. Distribución de los cursos profesionales por semestre y obligatoriedad en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Semestre	Obligatorio		Total	Peso
	No	Si		
3	0	2	2	5
4	0	2	2	5
5	0	3	3	8
6	0	5	5	13
7	0	5	5	13
8	0	5	5	13
9	3	5	8	21
10	5	4	9	23
Total	8	31	39	100

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de asignaciones para los cursos profesionales en cada semestre durante los años 2012 a 2018 se muestra en la tabla XXV. Se puede observar que en el año 2018 aumentó el número de estudiantes asignados. También se nota que el semestre que tiene mayor cantidad de asignaciones durante los años analizados es el sexto y el décimo la menor cantidad. Esto último se debe a la cantidad de cursos en el último semestre, de un total de 7 sólo 2 son obligatorios (modelación y simulación 2 y software avanzado) y un tercer curso puede elegirse entre dos opcionales (sistemas organizacionales y gerenciales 2 o emprendedores de negocios informáticos). Otro factor importante a considerar es la cantidad de estudiantes en esta etapa de la carrera.

Tabla XXV. **Asignaciones por semestre de estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años 2012 a 2018**

Semestre	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
3	562	690	792	580	578	653	820	4675
4	490	568	746	783	801	795	748	4931
5	784	954	891	1016	901	1096	1238	6880
6	798	1018	1329	1065	1096	974	1193	7473
7	638	598	697	688	642	552	552	4367
8	707	526	615	717	428	486	406	3885
9	632	674	506	701	600	480	525	4118
10	424	405	415	447	483	327	435	2936
Total	5035	5433	5991	5997	5529	5363	5917	39265

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXVI, muestra las notas promedio por semestre de los estudiantes para los años 2012 al 2018. Los estudiantes mostraron un mayor rendimiento en el octavo semestre al obtener una nota promedio de 62.3 puntos y menor rendimiento en el quinto al obtener una nota promedio de 31.5 puntos. Se pudo

observar menor rendimiento durante los primeros semestres del área profesional y una mejor considerable a partir del séptimo semestre.

Tabla XXVI. **Nota promedio por semestre de estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas durante los años 2012 a 2018**

Semestre	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Promedio
3	45.6	42.7	43.2	47.7	52.9	52.4	41.4	46.1
4	37.0	38.7	41.1	30.8	27.5	34.8	38.3	35.1
5	30.9	35.8	36.5	31.2	32.4	27.4	28.3	31.5
6	46.8	39.5	40.3	39.4	39.5	38.9	33.1	39.3
7	59.1	54.7	58.4	59.7	57.1	59.9	62.6	58.7
8	53.3	56.7	65.2	62.2	66.0	68.8	69.6	62.3
9	59.7	57.5	60.6	56.1	54.3	57.4	56.5	57.4
10	53.6	54.9	53.6	51.0	54.8	49.8	53.4	53.1
Promedio	47.9	45.9	47.5	45.6	45.0	44.8	42.7	45.6

Fuente: elaboración propia.

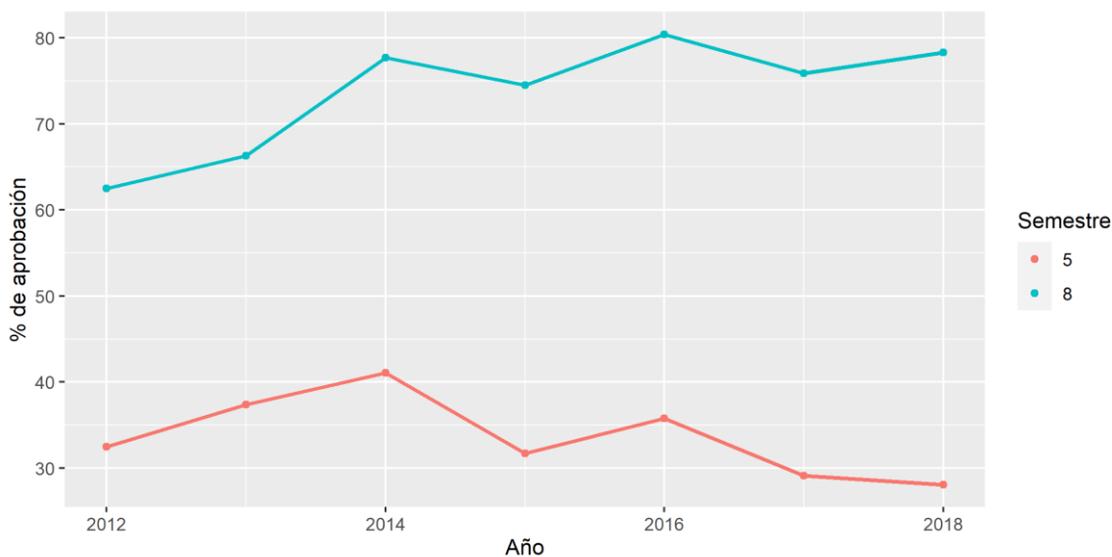
El porcentaje de aprobación por semestre durante los años 2012 a 2018 se muestra en la tabla XXVII. En el octavo semestre se puede observar el más alto porcentaje de aprobación con 72.9 % y en el quinto semestre el más bajo con 33.3 %. Estos resultados afirman el comportamiento que se tiene durante los semestres profesionales. Ciertamente existen diferencias, sin embargo, más adelante se realizan las pruebas para comprobar si son estadísticamente significativas.

Tabla XXVII. **Porcentaje de aprobación por semestre de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del año 2012 a 2018**

Semestre	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
3	53.4	49	48.2	55.7	66.6	66.3	53.5	55.6
4	41.2	43.5	47.7	35.9	35.6	40.8	43.3	40.9
5	32.5	37.4	41.1	31.7	35.8	29.1	28.1	33.3
6	50.6	43.9	43.7	41	41.4	41	36	42.2
7	71.6	62.5	65.3	66.7	61.8	66.5	68.3	66.1
8	62.5	66.3	77.7	74.5	80.4	75.9	78.3	72.9
9	73.4	62.6	72.5	66	63	71.2	69.7	68
10	57.1	63	56.4	50.1	59	51.7	53.3	55.9
Total	54.9	51.3	53.7	50.7	51.6	50.8	47.9	51.5

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Porcentaje de aprobación del semestre 5 y 8 de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

La figura 9, muestra la comparación del quinto y el octavo semestre de la carrera. Se toman estos semestres porque son los que presentan mayor diferencia, tanto en promedio, así como en porcentaje de aprobación.

Como se mencionó anteriormente, se debe determinar si las diferencias en el rendimiento por semestre son significativas, por tal razón se procede a realizar las pruebas estadísticas correspondientes. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de confianza de 95 % para probar la hipótesis. Los resultados de la prueba pueden observarse en la tabla XXVIII. Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas entre cada semestre, por lo que se rechaza la hipótesis de que la nota final es la misma en cada semestre.

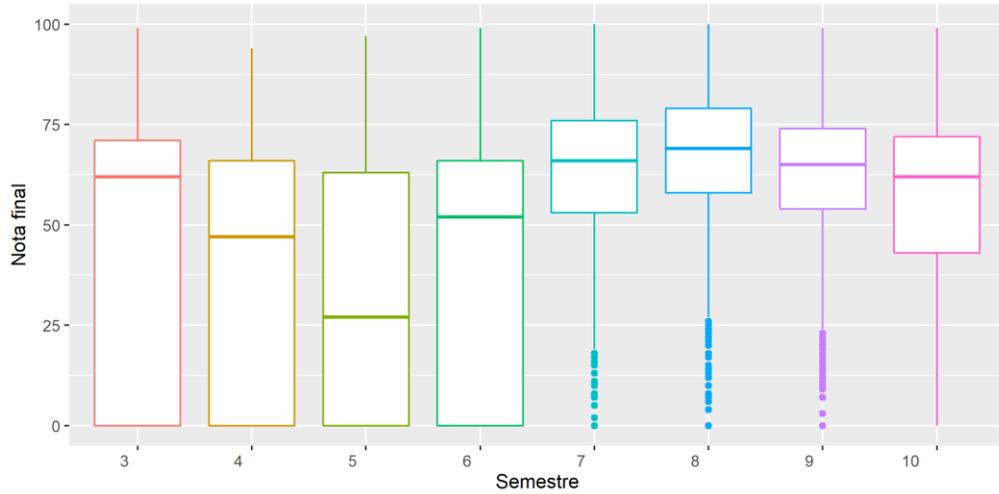
Tabla XXVIII. Prueba de hipótesis para independencia entre semestres profesionales de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la nota total o final es la misma entre las categorías de semestre	Prueba de kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula

Fuente: elaboración propia.

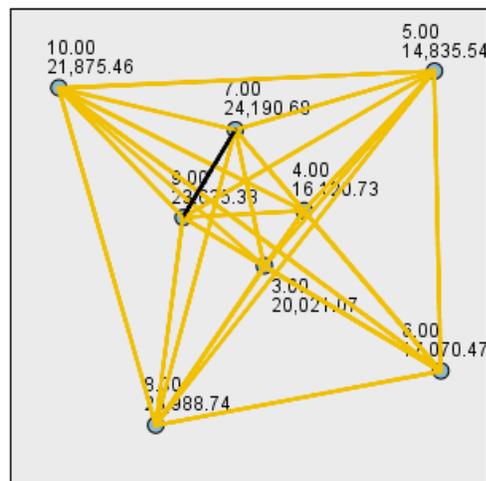
Para determinar cuáles son los semestres con diferencias se desarrolló el diagrama de cajas que se muestra en la figura 10. Se observa que existen dos grupos que muestran mayor diferencia, el primer grupo lo componen los semestres del 3 al 6 y el segundo por los semestres del 7 al 10.

Figura 10. **Nota promedio por semestre de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Comparaciones por pares de semestres profesionales de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018**



Fuente: elaboración propia.

La figura 11, muestra las comparaciones por pares de semestres para determinar cuáles diferencias son significativas. Se observa que el semestre 7 y 9 no presentan diferencias significativas.

3.6. Análisis del avance académico durante los años 2012 a 2018 por cohorte de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Para esta investigación se consideró a estudiantes con año de ingreso igual al 2012 y anteriores a éste como cohorte 2012. Se consideró la carencia de asignaciones en la cohorte 2018 por no contar con asignaciones de cursos profesionales al ser estudiantes de primer ingreso.

El total de las asignaciones por año de ingreso para la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018 se puede observar en la tabla XXIX. Esto constituye el primer paso para este análisis realizado.

Tabla XXIX. Asignaciones totales por año de ingreso de estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	5035	5433	5382	4557	3104	1836	1374	26721
2013			609	1001	1075	1088	910	4683
2014				439	683	778	745	2645
2015					667	1003	1152	2822
2016						658	991	1649
2017							745	745
Total	5035	5433	5991	5997	5529	5363	5917	39265

Fuente: elaboración propia.

Para analizar las asignaciones, sólo se tomaron en cuenta las notas con un puntaje mayor o igual a 61 que se considera una nota de aprobación.

Tabla XXX. **Asignaciones aprobadas totales por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	2766	2789	2847	2321	1557	879	588	13747
2013			372	426	529	563	481	2371
2014				296	323	362	397	1378
2015					442	469	505	1416
2016						449	401	850
2017							461	461
Total	2766	2789	3219	3043	2851	2722	2833	20223

Fuente: elaboración propia.

Como siguiente paso se obtuvo el avance de la población estudiantil analizada. Esto se logró al obtener los créditos asignados por los estudiantes en cada año, versus la cantidad de créditos obtenidos. La tabla XXXI, muestra el detalle de los créditos asignados y la tabla XXXII, la cantidad de créditos aprobados por los estudiantes.

Tabla XXXI. **Total de créditos asignados de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018**

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	21088	22432	23158	19694	13553	7906	6013	113844
2013			2124	4038	4542	4704	3954	19362
2014				1519	2746	3283	3203	10751
2015					2372	4043	4864	11279
2016						2277	3908	6185
2017							2561	2561
Total	21088	22432	25282	25251	23213	22213	24503	163982

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Total de créditos aprobados por los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018**

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	1157 7	1150 5	1218 4	1008 7	6655	3740	2513	5826 1
2013			1197	1700	2224	2420	2057	9598
2014				952	1296	1500	1727	5475
2015					1491	1841	2138	5470
2016						1464	1545	3009
2017							1480	1480
Total	11577	11505	13381	12739	11666	10965	11460	83293

Fuente: elaboración propia.

El cociente de dividir el resultado de la tabla XXXI, entre el resultado de la tabla XXXII permitió obtener el índice de avance académico. Los resultados de esta operación aritmética se muestran en forma de porcentaje en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Avance académico por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018**

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	54.9	51.3	52.6	51.2	49.1	47.3	41.8	51.2
2013			56.4	42.1	49.0	51.4	52.0	49.6
2014				62.7	47.2	45.7	53.9	50.9
2015					62.9	45.5	44.0	48.5
2016						64.3	39.5	48.6
2016						64.3	39.5	48.6
2017							57.8	57.8
Total	54.9	51.3	52.9	50.4	50.3	49.4	46.8	50.8

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIII, muestra dos resultados importantes que se observan por filas y columnas. Los totales en las filas representan a las cohortes y las columnas representan a los años de asignación, el total en cada una de las celdas representa el avance académico de los estudiantes. De forma general, el promedio del avance académico es de 50.8 %. Este índice se calculó considerando los pesos de cada cohorte y años de asignación de los estudiantes para los años 2012 a 2018.

La cohorte que presenta un mayor avance es la cohorte 2017 y la que presenta un menor avance es la cohorte 2016.

La prueba de Kruskal-Wallis permitió determinar si las diferencias que se observaron entre las cohortes respecto al avance académico son significativas. Los resultados muestran que el avance académico entre cohortes no presenta diferencias estadísticamente significativas con un 95 % de confianza, lo que llevó a aceptar la hipótesis nula como se observa en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. **Prueba de hipótesis para independencia de avance académico entre cohortes para estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de 2012 a 2018**

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del avance académico es la misma entre las categorías de año de ingreso o cohorte	Prueba de kruskal-Wallis de muestras independientes	0.416	Retener la hipótesis nula

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla XXXV representan los porcentajes de aprobación de cada cohorte durante los años 2012 a 2018. Estos resultados permitieron obtener el rendimiento académico para cada una de ellas.

Se pudo observar un mayor rendimiento en la cohorte 2017 con 61.9 %. Del mismo modo para el año 2012 con un 54.9 %. Estos resultados se deben a que por ser cohortes de cada extremo el rendimiento aumenta considerablemente.

Tabla XXXV. **Porcentaje de aprobación por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de 2012 a 2018**

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	54.9	51.3	52.9	50.9	50.2	47.9	42.8	51.4
2013			61.1	42.6	49.2	51.7	52.9	50.6
2014				67.4	47.3	46.5	53.3	52.1
2015					66.3	46.8	43.8	50.2
2016						68.2	40.5	51.5
2017							61.9	61.9
Total	54.9	51.3	53.7	50.7	51.6	50.8	47.9	51.5

Fuente: elaboración propia.

Con el 95 % de confianza se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para probar la hipótesis de que la distribución de la nota final es la misma al considerar el año de ingreso de los estudiantes, estos resultados de independencia se muestran en la tabla XXXVI.

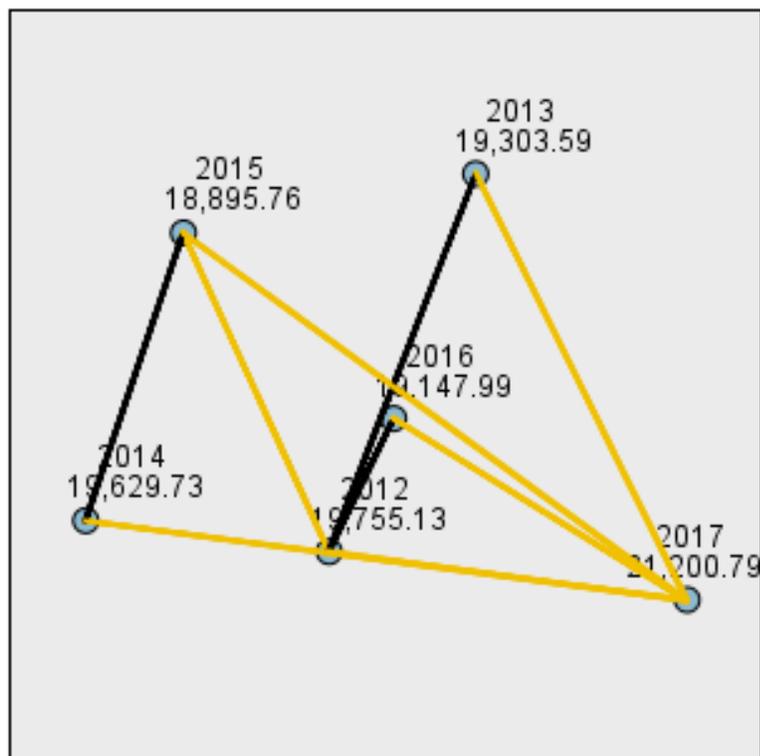
Tabla XXXVI. **Prueba de hipótesis para independencia entre cohortes para estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de 2012 a 2018**

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución de la nota total o final es la misma entre las categorías de año de ingreso o cohorte	Prueba de kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula

Fuente: elaboración propia.

Los resultados demuestran que las diferencias están presentes en el rendimiento académico entre cohortes y que son estadísticamente significativas. Al realizar las comparaciones para determinar qué cohortes presentan diferencias se observa que la cohorte 2017 presenta la mayor diferencia. La figura 12 muestra la comparación entre cada cohorte.

Figura 12. **Comparaciones por pares de cohortes del 2012 a 2018 de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**



Fuente: elaboración propia.

3.7. Análisis de los indicadores de rendimiento académico durante los años 2012 a 2018 de las asignaciones de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con nota final mayor a cero puntos.

En los incisos anteriores se analizaron las notas finales de los estudiantes tomando en cuenta las notas con cero puntos. Sin embargo, dado a que la cantidad de notas con valor de cero puntos es considerable, se hizo necesario realizar un análisis sin ellos.

Luego de excluir del análisis las notas finales con cero puntos, la cantidad de registros analizados fue de 28,149.

Los resultados del análisis descriptivo del nuevo conjunto de datos se muestran en la tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. **Estadísticas descriptivas de las notas finales mayores a cero**

Media	Moda	Mediana	S	S²	C.V.	Curtosis	Asimetría
63.62	61	66	16.08	258.68	0.25	1.27	-0.99

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para contrastar la hipótesis de normalidad en la nueva población con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que no sigue una distribución normal.

Al determinar que los datos no siguen una distribución normal, se aplicaron métodos estadísticos no paramétricos para analizar los indicadores por cursos, área, género, área y año de ingreso.

Al analizar el rendimiento académico por cursos, se determinó que el curso con menor rendimiento es seminario de investigación con un promedio de 51 puntos y un porcentaje de aprobación de 29.9 %. Además, el curso con mayor rendimiento académico es el curso de Sistemas Operativos 1 con un promedio de 81 puntos y un porcentaje de aprobación de 95.1 %.

Se pudo observar que estos resultados contrastan con los obtenidos en la sección 3.2, en donde el par de cursos con menor y mayor rendimiento son Organización de Lenguajes y Compiladores 2 y Seminario de Sistemas 1 respectivamente. La tabla XXXVIII, muestra la comparación de los resultados obtenidos en ambos casos.

Tabla XXXVIII. **Comparación del rendimiento académico en los cursos analizando asignaciones completas y asignaciones con notas finales mayores a cero**

Rendimiento	Asignaciones completas			Asignaciones con notas finales mayores a cero		
	Curso	Promedio	Porcentaje de aprobación	Curso	Promedio	Porcentaje de aprobación
Menor	Organización de Lenguajes y Compiladores 2	20.2	24	Seminario de Investigación	51	29.9
Mayor	Seminario de Sistemas 1	73.4	91.1	Sistemas Operativos 1	81	95.1

Fuente: elaboración propia.

Al analizar el rendimiento académico por área mostró que Desarrollo de Software es el que presenta el menor promedio con 62.5 puntos; y ciencias de la computación con un porcentaje de aprobación de 69.5 %. Mientras que Metodología de Sistemas presenta el mayor rendimiento con 64.1 puntos de promedio; y Programación de Sistemas con 74.6 de porcentaje de aprobación.

Los resultados muestran un comportamiento diferente al mostrado en la sección 3.3, en donde el área con menor promedio y porcentaje de aprobación correspondía a la misma. De la misma manera sucedió con el área con mayor rendimiento. Mientras que los nuevos resultados muestran que el área con menor o mayor promedio, no necesariamente son los mismos que tienen el menor o mayor porcentaje de aprobación.

El análisis del rendimiento académico por género se muestra en la tabla XXXIX, en donde se puede observar el promedio y porcentaje de aprobación para cada uno.

Tabla XXXIX. **Rendimiento académico por género para las asignaciones con notas finales mayores a cero**

	Promedio	Porcentaje de aprobación
Masculino	63.5	71.8
Femenino	64.2	72.5

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos en cuanto a género mantienen la misma tendencia que la obtenida y presentada en la sección 3.4. En dónde a primera vista se muestra un mejor rendimiento en mujeres, pero que al aplicar la prueba de

Kruskal-Wallis, se obtiene que no existen diferencias estadísticamente significativas con un 95 % de confianza.

El análisis del rendimiento académico por semestre mostró que con el nuevo conjunto de datos analizados el comportamiento es similar y que el quinto y octavo semestre siguen siendo los protagonistas. La tabla XL compara los resultados obtenidos en la sección 3.5 con los nuevos resultados y muestra una mejora significativa en ellos.

Tabla XL. **Comparación del rendimiento académico en los semestres analizando asignaciones completas y asignaciones con notas finales mayores a cero**

Rendimiento	Asignaciones completas			Asignaciones con notas finales mayores a cero		
	Semestr e	Promedio	% de aprobació n	Semestr e	Promedio	% de aprobació n
Menor	5	31.5	33.3	5	58.1	61.3
Mayor	8	62.3	72.9	8	70	81.9

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Avance académico por año de ingreso de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018 con notas finales mayores a cero**

Año ingreso/ Año asignación	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
2012	73.1	71.4	72.1	71.2	67.6	67.2	59.4	70.5
2013			80.7	67.9	73.4	72.7	69.9	72.2
2014				82.7	80.1	68.6	75.6	75.6

Continuación tabla XLI.

2015					87.7	74.7	66.7	74.2
2016						88.7	68	76.7
2017							87.6	87.6
Total	73.1	71.4	72.8	71.5	72.1	72.1	68.9	71.7

Fuente: elaboración propia.

La tabla XLI, muestra los resultados obtenidos del avance académico de los estudiantes de la carrera de ingeniería en ciencias y sistemas para los años 2012 a 2018. Estos resultados muestran un incremento de más de 20 puntos porcentuales en comparación con los resultados obtenidos en la sección 3.6, en donde se obtuvo un avance académico de 50.8 %.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se presenta la discusión de los resultados presentados en el capítulo 3, justificando cada uno de ellos y los métodos estadísticos aplicados.

Para verificar el comportamiento de los datos, como primer paso se realizó un análisis estadístico descriptivo y se aplicó una prueba de normalidad. Esta prueba demostró que los datos no siguen una distribución normal. La prueba de normalidad que se aplicó fue la de Kolmogorov-Smirnov.

La moda obtenida fue de 0 puntos, la distribución es platicúrtica con curtosis menor que 0, lo cual indica que hay muy poca concentración de datos en la media de 45.61 puntos, presentando una forma muy achatada.

El valor 0 en la moda para la nota final de las asignaciones, se debe a que al momento de la carga en el sistema del CCIE se cuenta con validaciones que verifican la aprobación o no de los laboratorios y se asigna el valor 0 si éste no es aprobado. Esto indica que los laboratorios influyen significativamente en la nota final registrada.

Debido al comportamiento de los datos, no fue posible utilizar pruebas estadísticas paramétricas. Para determinar la existencia de diferencias y validar similitudes se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas. Específicamente se utilizó la prueba de independencia de Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc U de Mann Whitney.

4.1. Descripción del comportamiento del avance e indicadores de rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los cursos profesionales en los años 2012 a 2018

La Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas se conforma de 39 cursos profesionales, sin embargo, en total se analizaron 31 cursos considerando únicamente a los que presentaron asignaciones durante los años 2012 a 2018.

Las notas finales de los estudiantes en los cursos profesionales se analizaron utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. Se determinó que las muestras son independientes, de la misma manera el tamaño de las muestras. Por lo que se rechazó la hipótesis de que entre los cursos el rendimiento académico es el mismo.

Los resultados mostraron que el rendimiento académico para los cursos profesionales si presentan diferencias estadísticamente significativas. Se muestra que el curso que presenta el mayor rendimiento académico es seminario de sistemas 1 con una nota final media de 73.4 puntos y 91.1 % de aprobación. Mientras que el curso de organización de lenguajes y compiladores 2 presenta el menor rendimiento académico con una nota final media de 20.2 puntos y 24 % de aprobación.

La diferencia que se encontró entre el rendimiento académico de los cursos seminario de sistemas 1 y organización de lenguajes y compiladores es evidente, esto podría reflejar de algún modo la complejidad entre estos cursos, siendo 67.1 puntos porcentuales la diferencia entre el primer curso y el segundo.

Para este análisis no se realizaron las pruebas post-hoc, dado a que por tratarse de 31 cursos no se considera necesario. Basta con analizar y observar las tablas XII y XIII para obtener más información.

De acuerdo con las tablas y gráficos presentados, se observa un comportamiento en donde el rendimiento académico presenta un incremento en los cursos de vacaciones. Esto se puede deber al peso en las asignaciones para esos períodos.

4.2. Análisis de los índices de rendimiento académico y su comportamiento en las áreas profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, para los años 2012 a 2018

Por área profesional se realizó el rendimiento académico con las cuatro áreas según el CCIE, esto porque en el plan de estudios vigente y disponible en el portal oficial de la Facultad de Ingeniería solo se indican 3.

Con los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis realizada se comprobó que el rendimiento académico promedio muestra diferencias entre las cuatro áreas profesionales. Por tal razón, se rechazó la hipótesis que consideraba igualdad entre ellas. Para determinar entonces cuáles son las áreas que presentan diferencias estadísticamente significativas se aplicó la prueba post-hoc de Mann-Whitney.

Se encontró que el área de metodología de sistemas tiene el mayor rendimiento académico con una nota final media de 58.7 puntos y 67.4 % de aprobación. Mientras que el área con menor rendimiento es programación de sistemas con una nota final media de 31 puntos y un porcentaje de aprobación media de 36.7 %.

Además, con los resultados obtenidos se observa que en el año 2016 las áreas de metodología de sistemas y desarrollo de software presentan un comportamiento atípico (figura 6). Esto porque desde el año 2012 al 2015 el rendimiento académico no presentaba diferencias significativas entre estas áreas profesionales. Sin embargo, a partir del año 2016 el área de metodología de sistemas presenta un aumento significativo en su rendimiento académico. Por otro lado, desarrollo de software es el área que presenta un decremento significativo.

Se detectó para el área de ciencias de la computación una disminución constante en el rendimiento académico desde el 2014 (ver figura 6). Esto se puede deber a que es el área con mayor número de asignaciones.

4.3. Interpretación de los índices de rendimiento académico por género de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas para los años 2012 a 2018

La distribución de asignaciones para mujeres y hombres fue de 35,060 y 4,205 respectivamente durante los años analizados.

Para comprobar la existencia de dependencia en el rendimiento académico de las notas finales por género de los estudiantes se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, esto porque la nota final que se analizó no seguía una distribución normal. El resultado de la prueba determinó independencia en el rendimiento académico entre el género de los estudiantes. La prueba se aplicó con un nivel de significancia de 0.05.

Los índices del rendimiento académico para los hombres son de 45.5 puntos para la nota final y un porcentaje de aprobación de 51.4 %, estos índices

para las mujeres son de 46.4 puntos para la nota final media y 52.4 % para el porcentaje de aprobación.

Estos resultados son importantes dado a que contrastan lo indicado por Carvajal (2018) cuando indicó que el género femenino tiene mayor rendimiento académico que el masculino en la Escuela de Ciencias. Se hace mención de esto porque los cursos de esta escuela complementan la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

4.4. Análisis de los índices de rendimiento académico y su comportamiento por semestre en la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 a 2018

El rendimiento académico se inició a estudiar desde el tercer semestre. Dado a que cada semestre presenta una carga curricular distinta, fue necesario aplicar la prueba estadística de Kruskal-Wallis para encontrar diferencias en caso existieran y que éstas fueran estadísticamente significativas entre los semestres.

Los resultados indicaron dependencia con un nivel de confianza de 95 % y estadísticamente significativas. Derivado de esto se aplicó la prueba post-hoc de Mann-Whitney para determinar cuáles son los semestres que presentan dichas diferencias.

Se obtuvo que el semestre ocho presenta el rendimiento académico mayor con una nota final media de 62.3 puntos y un porcentaje de aprobación de 72.9 %. El semestre con menor rendimiento académico es el quinto con una nota final media de 31.5 puntos y un porcentaje de aprobación de 33.3 %. Estos pueden derivarse de que en el quinto semestre se encuentra el curso de organización de lenguajes y compiladores 2 con el rendimiento académico más bajo para los

cursos profesionales y en el octavo semestre se encuentre seminario de sistemas 1 con el rendimiento más alto en los cursos profesionales, como se estudió en el apartado 4.2.

Realizando las comparaciones por pares entre los semestres se observó que todas las áreas presentan rendimiento promedio diferente entre sí, a excepción del séptimo y noveno semestre en dónde la diferencia no es estadísticamente significativa.

4.5. Descripción del avance académico por año de ingreso de estudiantes a la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del 2012 al 2018

El estudio referente al año de ingreso o cohorte se realizó para el avance y rendimiento académico. Para ello se tomó como cohorte 2012 a los estudiantes ingresados antes de este año. Además, el avance y rendimiento académico de la cohorte 2018 no se pudo evaluar dado a que por ser estudiantes de primer ingreso no contaban con asignación de cursos profesionales en los datos analizados.

Para hallar diferencias en el rendimiento académico en las cohortes se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis con un nivel de confianza de 95 %. Los resultados no evidencian independencia, por ende, sí existen diferencias estadísticamente significativas.

Se observó que la cohorte 2017 tiene un mayor rendimiento académico con 61.9 % de aprobación y la cohorte que tiene el rendimiento académico más bajo es la del 2015 con 50.2 % de aprobación.

Para determinar cuáles son las cohortes que presentan diferencias se realizó la prueba post-hoc de Mann-Whitney. La comparación por pares de cohortes mostró que entre las cohortes 2014-2015, 2012-2013 y 2012-2016 no existen diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, la cohorte 2017 es la que presenta mayor diferencia en cuanto a las demás (figura 13).

Por otra parte, para determinar diferencias en el avance académico entre cohortes se aplicó de la misma forma la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados obtenidos indicaron que no hay diferencias estadísticamente significativas en el avance académico de las cohortes con un nivel de confianza de 0.05.

De manera general, se obtuvo que el avance académico independientemente de la cohorte es de 50.8 %.

Este último resultado es importante dado a que apoyan la conclusión de Navas (2018), él indicó que los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas en general se tardan el dos veces más del tiempo promedio en aprobar los cursos de las áreas profesionales.

4.6. Descripción de los indicadores de rendimiento académico durante los años 2012 a 2018 de las asignaciones de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con nota final mayor a cero puntos.

Los indicadores de rendimiento académico se analizaron en un nuevo conjunto de datos que no tomó en cuenta las asignaciones de los estudiantes con nota final menor o igual a cero puntos. Este análisis mostró mejores resultados a los obtenidos del total de registros.

La razón de lo anterior es porque al incluir el conjunto de registros completos, se obtiene un sesgo y por ende los resultados muestran un rendimiento muy bajo.

Para obtener los nuevos resultados se aplicaron las mismas pruebas y condiciones aplicadas al conjunto de datos completo.

Se obtuvo que el curso con menor rendimiento es seminario de investigación con un promedio de 51 puntos y un porcentaje de aprobación de 29.9. El curso con mayor rendimiento académico es el curso de Sistemas Operativos 1 con un promedio de 81 puntos y un porcentaje de aprobación de 95.1.

El rendimiento académico en las áreas profesionales mostró un comportamiento diferente en el promedio y porcentaje de aprobación. Desarrollo de Software presentó un promedio de 62.5 puntos, siendo el promedio más bajo de las cuatro áreas; y Ciencias de la Computación presentó el porcentaje de aprobación más bajo con 69.5 %. Por otra parte, Metodología de Sistemas mostró el mayor promedio con 64.1 puntos; y Programación de Sistemas un porcentaje de aprobación de 74.6, siendo el más alto.

Los resultados del rendimiento académico por género mantuvieron la misma tendencia que mostró con el primer conjunto de datos, es decir con la población completa. Se notó una pequeña diferencia en las mujeres, pero que por medio de las pruebas estadísticas aplicadas se determinó que no son estadísticamente significativas.

Se notó que el quinto y octavo semestre fueron nuevamente los que presentaron el menor y mayor rendimiento académico de los estudiantes de la

carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. El quinto semestre tuvo un promedio de 58.1 puntos y 61.3 % de aprobación. El octavo semestre presentó un 81.9 % de aprobación y un promedio de 70 puntos.

En el avance académico se notó un incremento significativo en comparación al obtenido con el primer conjunto de datos analizados. El avance general fue de 71.7 %, independientemente de la cohorte.

Este último análisis de los indicadores de rendimiento académico permitió tener una perspectiva diferente y asemejarse a una realidad distinta del comportamiento que tienen los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Sin embargo, para obtenerla se tuvo que excluir gran cantidad de información. Por tal razón el objetivo fue únicamente presentar una alternativa más y no tomarla como una nueva realidad.

El motivo de que exista una gran cantidad de registros de notas finales con valor de cero puntos se debe a que, en el normativo de evaluación y promoción de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería, indica que ningún curso tendrá validez ni créditos si previamente no se han aprobado los prerrequisitos correspondientes.

En los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, los prerrequisitos son principalmente las prácticas y laboratorios. Por tal razón al no aprobar estos prerrequisitos, los cursos se dan por perdidos con una nota igual a cero puntos.

CONCLUSIONES

1. Como resultado general de la investigación para la población de estudiantes durante los años 2012 a 2018 de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, se determinó que el porcentaje en avance académico real es de 50.8 % y los índices de rendimiento académico tienen un comportamiento que tiende a la baja y con diferencias estadísticamente significativas asociadas al curso, área, semestre y año de ingreso; no así para el género.
2. Se determinó que los indicadores de rendimiento académico presentan un comportamiento diferente en cada curso de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con un nivel de significancia de 0.05, siendo los cursos de Seminario de Sistemas 1 y el curso de Organización de Lenguajes y Compiladores 2 quienes tienen el menor y mayor rendimiento.
3. Se determinó que el rendimiento académico es independiente en las áreas profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con un nivel de confianza de 95 %. Metodología de Sistemas es el área de rendimiento académico más alto y Programación de Sistemas el área con el más bajo.
4. Se determinó que para los índices de rendimiento académico en hombres y mujeres de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, no existen diferencias estadísticamente significativas con 95 % de confianza. Esto indica que entre género las notas finales y porcentajes de aprobación tienen un comportamiento similar.

5. Se determinó por la prueba estadística de Kruskal-Wallis que existe independencia en el rendimiento académico para los semestres profesionales de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas con un nivel de significancia de 0.05. El semestre con mayor rendimiento académico es el octavo y el más bajo se encuentra en el quinto.

6. Por año de ingreso o cohorte, los índices de avance académico de los estudiantes de Ingeniería en Ciencias y Sistemas no presentaron independencia entre sí. Sin embargo, los índices de rendimiento académico presentaron independencia de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis realizada con un nivel de confianza de 95 %. Siendo la cohorte 2017 la que presenta el rendimiento académico más alto durante los años 2012 a 2018.

RECOMENDACIONES

1. Promover el desarrollo de investigaciones relacionadas con el comportamiento de los estudiantes por medio de las notas finales obtenidas en cada curso. Dado que la nota final es consecuencia de varios factores, es conveniente que la dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas sea quien dé seguimiento a estas investigaciones con un análisis multivariado o diseño de experimentos para determinar los factores que la influyen y determinan.
2. Establecer políticas entre la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, el CCIE y Control Académico para el resguardo de la nota final real de los estudiantes. Dado que se tiene falta de información al ingresar una nota final con 0 puntos al no aprobar el laboratorio y esto provoca que no se tenga normalidad en los datos. Con esto se lograría tener mejores estudios con un nivel de confianza más altos.
3. Investigar de forma constante y periódica a través de la dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas los factores involucrados y que determinan el comportamiento del rendimiento académico. Esto porque existen cursos con niveles muy bajos, que generan promedios y porcentajes de aprobación bajos. Esto influye significativamente en las estadísticas y resultados que se obtienen.

REFERENCIAS

1. Abarca, A. y Sánchez, A. (septiembre, 2005). La deserción estudiantil en la educación superior: el caso de la universidad de Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 5(1), 1-22. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/447/44759911.pdf>
2. Aragón, L. G. (2016). *Estadística en el área de las ciencias sociales y administrativas*. México: Editorial Alfaomega.
3. Ardila, R. (enero, 1966). Técnicas estadísticas no paramétricas. *Revista Colombiana de Psicología*, 11(1-2), 89-102.
4. Bolaños, 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 maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9109/1/Luis%20Carlos%20Leonardo%20Bola%C3%B1os%20M%C3%A9ndez.pdf>
5. Carvajal, 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 maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

6. De La Rosa, F. B. (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 maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
7. Díaz, M., Peio, A., Arias, J., Escudero, T., Rodríguez, S. y Vidal, G. J. (julio, 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*, 20(2), 357-383.
8. Feldman, L., Goncalves, L., Chacón-Puignau, G., Zaragoza, J., Bagé, N. y De Pablo, J. (septiembre, 2008). Relaciones entre estrés académico, apoyo social, salud mental y rendimiento académico en estudiantes universitarios venezolanos. *Univ. Psychol*, 7(3). 739-751. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rups/v7n3/v7n3a11.pdf/>
9. Garbanzo, G. M. (agosto, 2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educativa*, 31(1), 43-63. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/1252/1315>
10. Horn, R. V. (1993). *Statistical indicators for the economic and social sciences*. Hon Kong, China: University Press.

11. Ibarra, M. del C. y Michalus, J. C. (octubre, 2010). Análisis del rendimiento académico mediante un modelo Logit. Universidad Nacional de Misiones. *Revista UBIOBIO*, 9(2), 47-56. Recuperado de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/56/3297>
12. Martín, E., García, L. A., Torbay, A. y Rodríguez, T. (octubre, 2008). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 8(3), 401-412. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/560/56080312.pdf>
13. Merlino, A., Ayllón, S. y Escanés, G. (julio, 2011). Variables que influyen en la deserción de estudiantes universitarios de primer año. construcción de índices de riesgo de abandono. *Actualidades Investigativas en Educación*, 11(2), 1-30. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44720020005>
14. Mondragón, A. R. (2002). ¿Qué son los indicadores?. *Revista de información y análisis*, (19), 52-58. Recuperado de https://www.orion2020.org/archivo/sistema_mec/10_indicadores2.pdf
15. Navas, 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 maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

16. Newbold, P., Carlson, W. L. y Thorne, B. M. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. Madrid, España: Pearson Educación.
17. Sánchez, G., Navarro, W. y García, A. D. (abril, 2009). Factores de deserción estudiantil en la Universidad Surcolombiana. *Revista Paideia Surcolombiana*, (14), 97-103. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7836079>
18. Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L. y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.
19. Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Colombia: McGraw-Hill.

APÉNDICES

Apéndice 1. Carga de datos

```
# Lectura de los datos
data <- read.csv("Data/datos.csv")

# Vista preliminar de nombres de variables
names(data)

# Personalización de nombres de variables
colnames(data) <- c("nombre_curso", "genero", "periodo", "curso",
                  "anio_asignacion", "anio_ingreso", "zona", "nota_total",
                  "nombre_area", "anio_nacimiento")

# Limpieza de datos para eliminar datos atípicos
data <- data[data$anio_ingreso <= 2018
             & data$anio_ingreso >= 1979
             & data$anio_asignacion > data$anio_ingreso,]

# Número de registros
nrow(data)

# Ajuste año de ingreso 2012 a todos los menores o iguales a 2012
data2 <- data
data2[data2$anio_ingreso < 2012, ]$anio_ingreso <- 2012
```

Fuente: elaboración propia, script en R.

Apéndice 2. Histograma + curva normal teórica

```
ggplot(data = data2, aes(x = nota_total)) +
  geom_histogram(aes(y = ..density.., fill = ..count..)) +
  scale_fill_gradient(low = "#DCDCDC", high = "#7C7C7C") +
  stat_function(fun = dnorm,
              colour = "firebrick",
              args = list(mean = mean(data2$nota_total),
                          sd = sd(data2$nota_total))) +
  xlab("Nota total") +
  ylab("Densidad") +
  labs(fill = "Cantidad") +
  theme_bw()
```

Fuente: elaboración propia, script en R.

