



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DEL  
RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DURANTE EL PERIODO  
2010 A 2018, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

**Luis Eduardo Palma del Aguila**

Asesorado por la Mtra. Mayra Virginia Carvajal Castillo

Guatemala, septiembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DEL  
RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DURANTE EL PERIODO  
2010 A 2018, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS EDUARDO PALMA DEL AGUILA**

ASESORADO POR LA MTRA. MAYRA VIRGINIA CARVAJAL CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADORA	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
SECRETARIO	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:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DURANTE EL PERIODO 2010 A 2018, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 25 de mayo de 2020.

**Luis Eduardo Palma del Aguila**

Ref. EEPFI-572-2020  
Guatemala, 25 de mayo de 2020

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

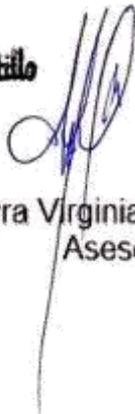
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DURANTE EL PERÍODO 2010 A 2018, EN LA ESCUELA DE MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante **Luis Eduardo Palma Del Aguila** carné número **200512199**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Estadística Aplicada.

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

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Mayra Virginia Carvajal Castillo  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 15,165



Mtra. Mayra Virginia Carvajal Castillo  
Asesora



Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco  
Coordinador de Maestría  
Estadística Aplicada



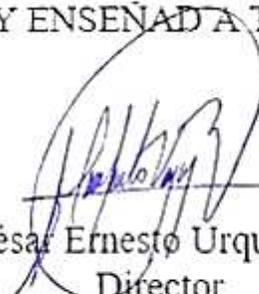
Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DURANTE EL PERÍODO 2010 A 2018, EN LA ESCUELA DE MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario Luis Eduardo Palma Del Aguila, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑADA A TODOS

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director



Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, Mayo de 2020

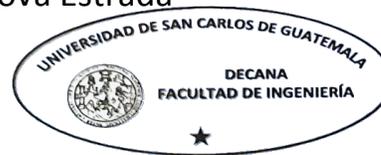
DTG. 238.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS CURSOS PROFESIONALES DURANTE EL PERIODO 2010 A 2018, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Eduardo Palma del Aguila**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, septiembre de 2020

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Mi Padre Celestial, creador de todo el universo, por ser la principal razón de todo en mi vida; por haber hecho todo esto posible y por todas las bendiciones que me ha brindado.
- Mi madre** Angélica del Aguila, por su apoyo incondicional, y por ser un gran ejemplo de trabajo, responsabilidad y dedicación. Su amor será siempre mi inspiración.
- Mi padre** Cesar Palma, por sus consejos y ejemplo de vida con el cual hoy me insta a ser mejor cada día.
- Mi esposa** Melany Reyes de Palma, por ser mi ayuda idónea, por su amor y por ser una influencia importante en mi carrera.
- Mi hija** Melany Abigail Palma Reyes, por ser el motor de mi vida.
- Mis hermanos** Julio, Elisa, Noé y Kevin Palma del Aguila, por ser un ejemplo a seguir, por todo su amor y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**      Por ser mi segunda casa durante estos años y por permitirme ser un profesional orgulloso de pertenecer a dicha casa de estudios.

**Facultad de Ingeniería**      Por brindarme los conocimientos necesarios para poder desempeñarme de la mejor manera como profesional.

**Inga. Mayra Carvajal**      Por brindarme todo su apoyo y asesoría profesional para desarrollar con éxito este diseño de investigación.

**Mis amigos de la Facultad**      Luis Herrera, Fabián Pérez, Ángel Velarde, Roberto Torres, Jorge López, Josué Velásquez, Byron García, Mauricio Moreno, Ludwin González, Reina Castellanos José Pineda, Luis Pineda, Kevin López, Eberto Sánchez, Helmut Gaitán y todos aquellos con quienes compartí durante toda la carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
2.1 Estudios previos .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.1 Contexto general .....	7
3.2 Descripción del problema .....	7
3.3 Formulación del problema .....	8
3.3.1 Pregunta central.....	8
3.3.2 Preguntas auxiliares .....	8
3.4 Delimitación del problema.....	8
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS .....	13
5.1 General.....	13
5.2 Específicos .....	13

6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN.....	15
7.	MARCO TEÓRICO .....	17
7.1	Análisis estadístico paramétrico y no paramétrico .....	17
7.1.1	Análisis de regresión .....	18
7.1.2	Pruebas de independencia .....	19
7.1.3	Pruebas de homogeneidad.....	21
7.2	Concepto de rendimiento académico .....	22
7.2.1	Indicadores académicos .....	22
7.2.2	Factores que influyen en el rendimiento académico	23
7.2.3	El rendimiento académico y su contexto socioeconómico.....	24
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	25
9.	METODOLOGÍA .....	27
9.1	Unidades de análisis .....	27
9.2	Variables .....	28
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	31
11.	CRONOGRAMA .....	33
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	35
13.	REFERENCIAS .....	37

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Metodología de filtrado y ciclo de la información ..... 16

### TABLAS

- I. Variables de estudio..... 28
- II. Cronograma de actividades..... 33
- III. Recursos necesarios para la investigación..... 35

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$f_e$	Frecuencias esperadas
$f_o$	Frecuencias observadas
$gl$	Grados de libertad
$H_a$	Hipótesis alterna
$H_o$	Hipótesis nula
$\alpha$	Nivel de significancia
$n$	Número de observaciones.
$\Sigma$	Sumatoria
$\chi^2$	Valor de la distribución Chi-cuadrado

## GLOSARIO

<b>Hipótesis alterna</b>	Suposición alternativa de la hipótesis nula.
<b>Hipótesis nula</b>	Suposición que desea validarse o invalidarse.
<b>Homogeneidad</b>	Igualdad de comportamiento para todas las condiciones.
<b>Independencia</b>	Falta de relación entre variables, los valores que toma una de las variables no afectan a los de la otra ni a sus probabilidades.
<b>Indicador</b>	Variable cuantitativa cuyos valores son susceptibles de interpretación en un campo de conocimiento, respecto a determinados valores de referencia, establecidos en forma teórica o empírica.
<b>Nivel de significancia</b>	Probabilidad de rechazar una hipótesis nula verdadera.
<b>Regresión</b>	Proceso estadístico para estimar las relaciones entre variables dependientes e independientes, ayuda a entender cómo el valor de la variable dependiente varía al cambiar el valor de la variable independiente.

**Rendimiento académico**

Evaluación del conocimiento adquirido utilizado para medir las capacidades del estudiante. Capacidad del estudiante para responder a los estímulos educativos.

## **RESUMEN**

En el presente estudio se buscó definir la forma de realizar un diseño de investigación sobre la situación del rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, en los cursos profesionales de carrera de Ingeniería Industrial a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica industrial

Dado que a la fecha se carece de estudios estadísticos sobre el rendimiento académico en los cursos profesionales de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial en los años comprendidos del 2010 al 2018, se hace necesario realizar una evaluación del mismo desde distintos puntos de vista como: la obligatoriedad de los cursos, género y edad del estudiante, la cantidad de cursos asignados, entre otros.

El presente diseño de investigación busca sentar las bases para calcular el grado de correlación, independencia y homogeneidad que tienen los factores anteriormente mencionados en comparación al rendimiento académico utilizando una base de datos proporcionada por el departamento del centro de cálculo de la facultad de Ingeniería. Se realizó un análisis técnico y financiero para concluir la viabilidad del mismo,

# 1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación surge como una necesidad propia de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual se encuentra actualmente en el proceso de un rediseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial, por lo que realizar un análisis del rendimiento académico de los estudiantes en los cursos profesionales obligatorios y optativos es fundamental para discriminar los factores que afectan la tendencia y variación de dicho rendimiento, esto apoya la toma de decisiones sobre el contenido y programación curricular de cada curso en mención.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial tiene a su cargo 27 cursos del área profesional de la carrera de Ingeniería Industrial, en los cuales se realizará el estudio por medio de métodos paramétricos y no paramétricos tomando para el efecto los registros del rendimiento académico de los estudiantes en los últimos 9 años.

El informe final del presente estudio se presentará en cuatro capítulos, los cuales brevemente se describen a continuación: en el primer capítulo se presentará el análisis de los estudios previos acerca del tema. En el segundo capítulo se cubrirá el fundamento teórico de las técnicas estadísticas a aplicar, siendo estos: análisis de varianza; pruebas de independencia y homogeneidad, pruebas de hipótesis para una y dos poblaciones y la base conceptual del rendimiento académico y en el tercer Capítulo se presentarán los resultados obtenidos de acuerdo a los métodos estadísticos utilizados. Finalmente, en el cuarto capítulo se presentará la interpretación y recomendaciones de los resultados alcanzados.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 Estudios previos**

En cada uno de los centros de educación superior es una necesidad realizar este tipo de investigaciones debido a que se deben de establecer nuevos criterios para la elaboración de horarios y redes de estudio. Y al mismo tiempo por estar sujetos a la rendición de cuentas, así como en el cumplimiento de las normas y estatutos en los procesos de acreditación regional de cada Escuela.

El análisis del comportamiento de esta correlación con los indicadores de rendimiento académico puede llegar a ser de suma importancia para la toma de decisiones en las nuevas redes de estudios de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial dado su influencia positiva o negativa en el rendimiento académico.

Un estudio realizado en una Universidad Mexicana, se obtuvo que las calificaciones obtenidas por los estudiantes están directamente correlacionadas con el tiempo que les toma cerrar el pensum de estudios a los estudiantes. (Arias y Flores, 2005).

Pascarella (1983) determinó que en relación al sexo del estudiante son las mujeres las que obtienen mejores calificaciones con respecto a los hombres y Cossío (1998) ha encontrado que, las mujeres se gradúan a nivel superior en mayor porcentaje que los varones.

En otro estudio se obtuvo que el 60 % de los universitarios, cierran el pensum de estudios en un periodo no menor de 5 años, sin embargo, no terminan

de graduarse, esto tiene varias causas tales como: carencia de flexibilidad en las jornadas de estudios, rigidez en el sistema educativo, falta de tiempo y recursos, entre otras. (Cossío, 1998).

En alumnos de la Universidad de Veracruz, se establece que “una tutoría académica de los estudiantes es un factor que afecta positivamente su rendimiento escolar, pues facilita la adaptación del alumno a su ambiente escolar” (Tejada y Arias, 2003, p. 127).

Vicent (1989) concluye “El rendimiento escolar se determina por algunos aspectos como lo son; el ambiente y educación familiar, las características personales” (p. 13).

En una investigación realizada en una Universidad de España, se señala que “El rendimiento del estudiante varía directamente con el éxito que obtienen en aquellas asignaturas propias de la carrera, no sucediendo así en las materias optativas, en las que se observa una relación inversa” (Fernández, Fernández, Álvarez y Martínez, 2007, p. 203)

En Costa Rica se determinó que un indicador para pronosticar las calificaciones es condicionado con variables como: “Las notas obtenidas en su educación secundaria y una prueba de habilidades de razonamiento. También resultaron explicativas otras dos variables: el puntaje obtenido en la prueba de inteligencia emocional y la metodología empleada por los docentes” (Montero, Villalobos, y Valverde, 2007, p. 215).

Los trabajos mencionados anteriormente son de mucha utilidad, ya que en ellos se demuestra cómo se puede comportar el rendimiento en las notas de los estudiantes por medio de índices estadísticos, gráficos y análisis de tendencia,

asimismo son un referente para realizar el mismo análisis en la educación guatemalteca.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1 Contexto general**

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene como misión formar profesionales de ingeniería Industrial, por lo que se encuentra en búsqueda constante de la excelencia académica mediante la acreditación regional, tiene como responsabilidad evaluar los factores que repercuten en el rendimiento académico.

#### **3.2 Descripción del problema**

En la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se busca establecer un nuevo pensum de estudios por lo cual existe una necesidad de determinar mediante parámetros e indicadores estadísticos; factores que influyen directamente en el rendimiento académico global de la carrera ya sean estos cursos optativos u obligatorios que se imparten en los diferentes departamentos y áreas que la conforman. El análisis estadístico propuesto es el de establecer la correlación que tiene en el rendimiento académico de los estudiantes versus factores como: edad, cantidad de cursos asignados por semestre, sexo y la obligatoriedad de los cursos.

### **3.3 Formulación del problema**

El estudio planteado se orienta hacia la búsqueda de respuestas a las siguientes preguntas:

#### **3.3.1 Pregunta central**

¿Cuál es el grado de correlación existente entre el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial, en relación a factores cualitativos y cuantitativos de los estudiantes?

#### **3.3.2 Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es el efecto que tiene la edad y el sexo del estudiante sobre el rendimiento académico?
- ¿Cuál es la diferencia existente entre el rendimiento académico de los estudiantes en cursos obligatorios, respecto a los cursos opcionales?
- ¿Qué efecto presenta la cantidad de cursos asignados sobre el rendimiento académico?
- ¿Cuál es la cantidad máxima de asignaturas que puede cursar un estudiante simultáneamente y no afectar la aprobación de los cursos asignados?

### **3.4 Delimitación del problema**

El problema será analizado solamente sobre el registro de notas de todos los cursos impartidos por los departamentos y áreas que conforman la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, a estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial. Desde el año 2010 al 2018, en el primero y segundo semestre y en los

cursos de vacaciones de los meses de junio y diciembre, incluyendo la primera y segunda retrasada de cada semestre.

## 4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación en la cual se basa este estudio es: análisis de datos categóricos debido a que se estimará, mediante las técnicas y métodos de la estadística inferencial, el grado de correlación que tienen unas variables categóricas en el rendimiento académico de los estudiantes.

Por lo que es posible destacar que este estudio es importante para identificar si la edad del estudiante incide en el rendimiento académico y provoca con ello necesidades de refuerzo, establecer diferencias y similitudes en los cursos del área profesional de la carrera de ingeniería industrial y determinar cuál es la cantidad máxima de asignaturas que puede cursar un estudiante simultáneamente sin afectar la aprobación de los cursos asignados, esto con el fin de fortalecer las aptitudes y cualidades de los estudiantes egresados de tan prestigiosa Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial y que se reflejen en su desempeño profesional y así responder a un entorno cambiante en una sociedad exigente.

La necesidad de realizar este tipo de estudios obedece a que se requiere de una investigación profunda en la que se pueda determinar el grado de correlación que tienen los factores mencionados con el rendimiento académico.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General**

Estimar el grado de correlación que tiene el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería Mecánica industrial, con los factores específicos en estudio por medio de pruebas estadísticas paramétricas, no paramétricas y análisis de regresión, durante el período comprendido entre el año 2010 al 2018.

### **5.2 Específicos**

- Estimar el grado de correlación entre el rendimiento académico en función a la edad y el sexo, mediante un análisis de correlación lineal simple.
- Inferir si existen diferencias y similitudes por curso en el rendimiento académico de los estudiantes en las asignaturas obligatorias y en las asignaturas opcionales, por medio de análisis de varianza o prueba de Kruskal-Wallis.
- Estimar el grado de correlación que existen entre la cantidad de cursos asignados y el rendimiento académico de los estudiantes mediante estadística descriptiva, análisis de varianza o prueba de Kruskal-Wallis.
- Determinar la cantidad máxima de asignaturas que puede cursar un estudiante simultáneamente y no afectar la aprobación de los cursos

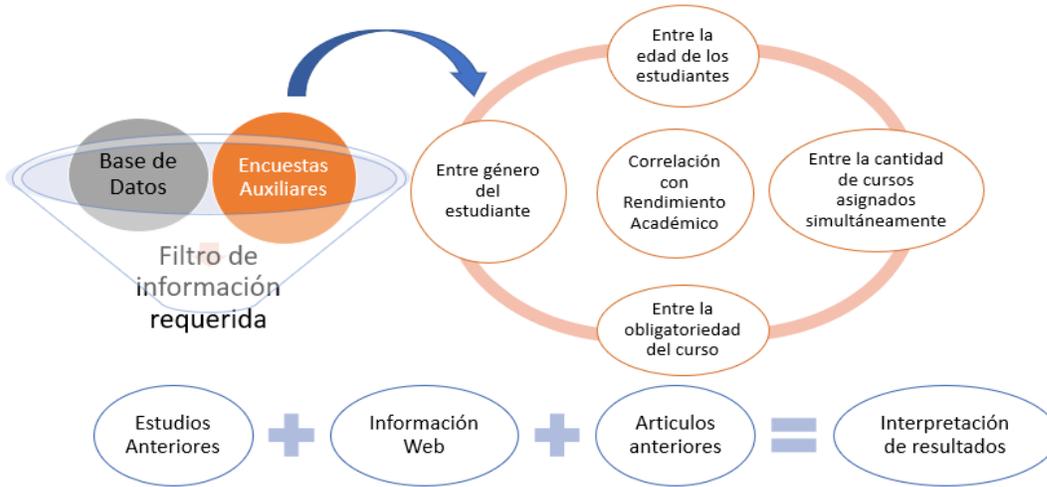
asignados por medio de modelos de estimación por intervalos de confianza.

## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN**

Este estudio estará basado en la información recopilada por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, en un periodo de 9 años anteriores, sin embargo, se podría dejar establecido un indicador en tiempo real de la correlación estadística con estos factores cualitativos y cuantitativos de los estudiantes, y con esto estimar la demanda de un curso en específico y determinar con ello la eficacia del curso con relación al rendimiento académico esperado.

La metodología estadística propuesta para establecer la correlación que tiene en el rendimiento académico de los estudiantes versus factores como: edad, cantidad de cursos asignados por semestre, sexo y la obligatoriedad o no de los cursos; es mediante las técnicas de correlación de la estadística paramétrica y el análisis de varianza de los datos, para ello se tiene establecida la línea de investigación de análisis de datos categóricos.

Figura 1. Metodología de filtrado y ciclo de la información



Fuente: elaboración propia.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 Análisis estadístico paramétrico y no paramétrico**

El análisis estadístico paramétrico es aquel que es utilizado al momento de realizar una o varias inferencias sobre los parámetros poblacionales, los cuales deben cumplir con que las observaciones se consideren normales y con esto se realizan pruebas de bondad de ajuste.

Dichas inferencias se pueden realizar por medio de estimaciones por intervalos de confianza o por medio de hipótesis, sin embargo, deben cumplir con que las variables sean homogéneas (Edrosa, Juarros-Basterretxea, Robles-Fernández, Basteiro y García-Cueto, 2015).

Sin embargo, el análisis estadístico no paramétrico es “la rama de la inferencia estadística cuyas pruebas, procedimientos y cálculos están fundamentados en distribuciones desconocidas” (López, 2015, párr. 2).

Por lo anterior podemos concluir que cada uno de los análisis son complementarios, ya que, al momento de desconocer la distribución de los datos, se debería realizar una prueba no paramétrica para conocer el tipo de distribución y así realizar una prueba de bondad de ajuste para realizar cualquier inferencia.

### 7.1.1 Análisis de regresión

Un análisis simple de regresión conlleva a la construcción de un modelo lineal entre una variable independiente (como predictor) y una dependiente (o de respuesta) (Graña, 2002). Un modelo de regresión lineal es la siguiente:

El modelo de regresión lineal es:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + e \quad (\text{Ecuación 1})$$

En la ecuación anterior  $\alpha$  es el intercepto y  $\beta$  es la pendiente de la recta de regresión de grado uno.

Las variables aleatorias asociadas al error ( $e_i$ ) se consideran tales que tienen media igual a cero, es decir,  $E(e_i)=0$ .

La prueba de Kendall es utilizada para estimar parámetros de recta de regresión por lo que primero debemos estimar los valores que puede tener Q de la siguiente manera para cada par de la forma:

$$Q((X_i, Y_i), (X_j, Y_j)) = \begin{cases} 1, & (d - b)(c - a) > 0 \\ 0, & (d - b)(c - a) < 0 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Se comparará con el estadígrafo de la normal. En ambos casos también se pueden considerar empates asociando cero a los pares donde sean iguales X y Y.

El análisis es el mismo, sólo cambia la expresión del estadígrafo teórico de comparación por el cambio obvio del nivel de significación.

(Rodríguez y Gómez, 2010) realizaron una investigación centrada en alumnos de educación superior y en dicha investigación proponía encontrar el grado de correlación existente por medio de un modelo de regresión multivariado de dos tipos de indicadores. Estos son: promedio de calificaciones y avance en la carrera según los créditos obtenidos. De la misma forma en este trabajo se propone encontrar la correlación entre dos variables, tratando de identificar su incidencia en el rendimiento académico.

### **7.1.2 Pruebas de independencia**

Al momento de analizar la relación entre dos variables también se debe realizar un análisis estadístico que permita la comparación de variables y su dependencia una de la otra.

La estructura de una prueba de independencia es la misma que para las pruebas de hipótesis utilizadas en el análisis paramétrico. En este caso, las hipótesis nula y alternativa no tomarán en cuenta si se supone que sea igual, mayor o igual, o menor o igual, sino que se busca comprobar la independencia entre las dos variables dadas; por lo mismo la hipótesis alternativa plantea que las variables no son independientes.

Walpole, Myers y Myers (1999), indican que: “El cálculo de las frecuencias esperadas se realiza por medio de las frecuencias marginales, los totales por fila y columna, y el número total de observaciones” (p. 462).

Cuando no hay relación de ningún tipo entre 2 variables, se dice que son independientes. “Dos variables X e Y, son independientes entre sí, cuando una de ellas no influye en la distribución de la otra condicionada por el valor que adopte la primera.

Por el contrario, existirá dependencia cuando los valores de una distribución condicionan a los de la otra” (Muñoz, 2012, p. 47).

Las pruebas de independencia mediante tablas de contingencia se desarrollan de la siguiente manera:

El valor crítico se calcula con base al nivel de significancia requerido y los grados de libertad en base al número de columnas y filas dadas.

$$v = (r - 1) * (c - 1) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Definición de las hipótesis:

- Ho: la variable 1 es independiente de la variable 2
- Ha: la variable 1 no es independiente de la variable 2
- $\alpha$ : nivel de significancia
- $X^2_{\alpha, gl: (r - 1) * (c - 1)}$

Estadístico de prueba:

$$fe = \frac{(total\ de\ filas) * (total\ de\ columnas)}{total\ de\ observaciones} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)}{fe} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Conclusión:

$$SI, X^2 > X^2 \text{ Se rechaza } H_0 \quad \text{(Ecuación 6)}$$

### 7.1.3 Pruebas de homogeneidad

Al igual que las pruebas de independencia este tipo de pruebas busca determinar si existe o no relación entre variables, las pruebas de homogeneidad buscan determinar si las proporciones son iguales (homogéneas) para las variables (Ledesma, Macbeth y Kohan, 2008).

El valor crítico se calcula con base al nivel de significancia requerido y los grados de libertad en base al número de columnas y filas dadas.

$$v = (r - 1) * (c - 1) \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Definición de las hipótesis:

- Ho: las variables tienen un comportamiento homogéneo
- Ha: las variables no tienen un comportamiento homogéneo
- $\alpha$ : nivel de significancia
- $X^2_{\alpha, gl}: (r - 1) * (c - 1)$

Estadístico de prueba:

$$fe = \frac{(total\ de\ filas) * (total\ de\ columnas)}{total\ de\ observaciones} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)}{fe} \quad \text{(Ecuación 9)}$$

Conclusión:

$$SI, X^2 > X^2 \text{ Se rechaza } H_0 \quad \text{(Ecuación 9)}$$

## **7.2 Concepto de rendimiento académico**

El concepto de rendimiento académico puede tomar un sinnúmero de definiciones dado que la base del mismo es la evaluación de la sociedad mediante indicadores tanto cualitativos como cuantitativos, tal y como mencionan autores como Navarro (2003): “Es una construcción de valores cuantitativos y cualitativos de personas, a través de los cuales existe una aproximación a la evidencia y dimensión del perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados por una persona en el proceso de enseñanza aprendizaje (p.47). y por su parte Serrano (1986) la problemática acerca de qué criterio tomar para la de definición del rendimiento académico con una interrogante como lo es: “¿son las calificaciones escolares el criterio adecuado de evaluación del proceso educativo? O, por el contrario ¿no debería ser la trayectoria vital y profesional del sujeto la que señalase la eficacia de dicho proceso?” (p. 534).

Por lo que podemos concluir que la definición abarca tanto los valores cuantitativos y cualitativos de las notas de los estudiantes, sin embargo, estas mismas podrían reflejar o no, la trayectoria profesional de los estudiantes o la evaluación a los procesos educativos.

### **7.2.1 Indicadores académicos**

Un indicador se puede definir como la herramienta que puede examinar y evaluar la realidad cuyo estudio interesa. Según Camejo (2013) “Los indicadores son instrumentos que permiten conocer los resultados de unas acciones sobre el medio; como también saber si se están logrando los resultados buscados y en qué medida se cumplen los objetivos propuestos” (párr. 2).

Según el sitio web CONEVAL (2014) se puede definir a un indicador “como una herramienta cuantitativa o cualitativa que muestra indicios o señales de una situación, actividad o resultado” (párr. 3).

Un enfoque preventivo para determinar un rendimiento académico es fundamental según Judit Fullana (1996) para tomar en consideración que estos indicadores nos den una alerta para evitar con ello un fracaso estudiantil.

Los indicadores deben proporcionar información precisa respecto a la relación entre dos variables de estudio teniendo en cuenta que puede establecerse como una evaluación constante.

### **7.2.2 Factores que influyen en el rendimiento académico**

Hay factores en cada individuo que se pueden asociar con el rendimiento académico, los cuales pueden ser clasificados como: sociales, emocionales y cognitivos, y estos a su vez tienen las categorías determinantes: institucional, social y personal (Vargas y Guiselle, 2007).

Los factores antes mencionados son muy utilizados en cada uno de los diferentes estudios realizados, sin embargo, existen también factores específicos dentro de Ingeniería Industrial que no han sido analizados como: la edad, cantidad de cursos asignados simultáneamente o incluso si la obligatoriedad de los cursos incide en el rendimiento académico.

### **7.2.3 El rendimiento académico y su contexto socioeconómico**

En estudios anteriores se ha logrado establecer que existe una estrecha correlación entre el rendimiento académico y la situación socioeconómica del alumno, señalando que la economía condiciona el nivel de calidad educativa, sin embargo, estas pruebas no han sido del todo concluyentes si no se toman en cuenta otras causas.

Cohen (2002) hace referencia a: “Un estudio del Banco Mundial en 1995 donde se demostró que entre un 40 % y 50 % de los resultados académicos está fuertemente asociado al impacto de las características del contexto socioeconómico y familiar” (p. 105).

En esta investigación de Cohen concluyó que hay una pequeña correlación que es inversamente proporcional del índice socioeconómico en relación con el promedio académico.

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

1.1. Estudios previos

2. MARCO TEORICO

2.1. Análisis estadístico paramétrico

2.1.1. Análisis de regresión

2.1.2. Pruebas de independencia

2.1.3. Pruebas de homogeneidad

2.2. Concepto de rendimiento académico

2.2.1. Indicadores académicos

2.2.2. Factores que influyen en el rendimiento académico

2.2.3. El rendimiento académico y su contexto socioeconómico

### 3. PRESENTACION DE RESULTADOS

- 3.1. Análisis de rendimiento académico de los estudiantes según la edad.
- 3.2. Análisis de correlación del rendimiento académico en función de la cantidad de cursos asignados.
- 3.3. Análisis de correlación del rendimiento académico en relación con el género del estudiante.
- 3.4. Análisis Comparativo del rendimiento académico según la obligatoriedad en los cursos.

### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

El enfoque de este estudio se clasifica como cuantitativo ya que la correlación que tiene el rendimiento académico se trabaja con las notas de los estudiantes de la carrera de ingeniería Industrial en los cursos profesionales en los años 2010 al 2018.

El alcance del presente estudio se puede definir como correlacional y explicativo dado que se describe la correlación que existe en el rendimiento académico en comparación con factores cualitativos y cuantitativos.

El diseño es definido como no experimental, dado que las notas obtenidas en la carrera de ingeniería industrial en los cursos profesionales proporcionada por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial son históricas, por lo que no existe manipulación de la información antes o después del presente estudio, además es longitudinal de tendencia de evolución, pues se realiza el comportamiento del rendimiento académico de cursos durante el periodo de 2010 a 2018

### **9.1 Unidades de análisis**

La población en la que se realiza el estudio corresponde a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería que se asignaron cursos profesionales del año 2010 al 2018.

## 9.2 Variables

Las variables en estudio se describen a continuación en la tabla I.

Tabla I. **Variables de estudio**

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Año de ingreso	Año que el estudiante ingresó a la Facultad	Número entero
Curso	Nombre oficial del curso	Código del curso Nominal categórico
Sexo	Sexo del estudiante	Hombre o Mujer
Índice de cursos aprobados	Número de aprobados/número asignados*100	Valor entre 0 y 100
Nota promedio	Nota promedio del curso	Valor entre 0 y 100
Edad	Edad del estudiante al cursar la asignatura	Valor entero de 0 a 100
Área	Clasificación de los cursos de la Escuela de acuerdo a su rama	1= Administración 2 = Producción 3 = Métodos Cuantitativos 4= Complementaria 5=Térmica 6= Materiales de Ingeniería 7= Ciencias Básicas 8= Diseño 9= EPS 10= Diplomado En Administración
Obligatoriedad	Clasificación de los cursos según su obligatoriedad	Obligatorio / No obligatorio
Aprobados	Proporción de estudiantes aprobados por curso	Valor entre 0 y 100
Reprobados	Proporción de estudiantes reprobados por curso	Valor entre 0 y 100

Fuente: elaboración propia.

## Fases del estudio

- Fase 1: revisión de literatura  
Revisión de estudios, documentos y reportes a nivel nacional e internacional para los antecedentes y metodología durante todo el desarrollo del trabajo.
- Fase 2: gestión o recolección de la información  
A través de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se solicitará una base de datos oficial al Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, con la información de los estudiantes inscritos en los cursos que administra la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial durante el período del 2010 al 2018.
- Fase 3: análisis exploratorio de la información  
Una vez obtenida la base de datos, se realizará un análisis para identificar datos faltantes, para garantizar su robustez y coherencia de la información. Este análisis a profundidad se refiere al hecho de desglosar por área, carrera, sexo y edad; así como también por cursos obligatorios y optativos.
- Fase 4: análisis paramétrico o no paramétrico  
A partir de los resultados de la fase anterior se considera implícito un estudio de normalidad (prueba de Kolmogórov-Smirnov) y análisis de varianza (ANOVA) de efectos fijos, para luego realizar pruebas de Tukey, Games-Howell y T de Student para indagar las posibles diferencias entre áreas, entre carreras, entre cursos. Lo cual permitirá la comparación entre las distintas cohortes que se tomaron en cuenta en el presente estudio.

- Fase 5: informe final

Redacción del informe final que incluye los resultados, conclusiones y recomendaciones que se generan, a partir de las fases anteriores.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para analizar todos los datos, se aplicarán técnicas estadísticas para describir, mostrar y contrastar la información; estas técnicas son:

- Cálculo de estadísticas descriptivas: se emplean para describir tendencia y variabilidad.
- Gráficos de barras, histogramas, gráfico de cajas: se utilizan para describir visualmente el comportamiento estadístico, tendencia y la variabilidad.
- Prueba de Kolmogórov-Smirnov: es empleada para verificar la normalidad de los datos.
- Prueba de Kruskal-Wallis: se utiliza para contrastar medias en el caso que los datos no presentaron ajuste con la distribución normal.
- Prueba U de Mann-Whitney: es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos grupos de rango o medianas y determinar que la diferencia no se deba al azar.
- Análisis de regresión: el cual establece un modelo que explique el comportamiento de una variable, en función de una o más variables independientes entre sí.

Estas pruebas se llevarán a cabo con la ayuda de los sistemas de cómputo Infostat, Matlab o R-Studio, ya que tienen implementadas todas las pruebas antes mencionadas, como la capacidad de trabajar los gráficos estadísticos.

## 11. CRONOGRAMA

Luego de tener aprobado el protocolo se estiman los tiempos para la realización del proyecto el cual se describe en la tabla II.

Tabla II. **Cronograma de actividades**

Actividad	Semanas del año 2020																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Solicitud de base de datos a Control Académico	■	■	■														
Depuración de la información			■	■	■												
Desagregación de la información				■	■	■	■										
Primera reunión con asesor					■	■	■										
Detección de las variables del estudio y su interpretación de la base de datos					■	■	■	■									
Realización de pruebas de normalidad y de bondad de ajuste de la información					■	■	■										
Validación de prueba, conclusiones y recomendaciones del estudio						■	■	■	■								
Segunda reunión con asesor								■	■	■							
Presentación del informe final al asesor y correcciones									■	■	■						
Correcciones realizadas por el asesor									■	■	■						
Presentación del informe final en escuela de postgrado												■	■	■			

Fuente: elaboración propia.

## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para completar este estudio se cuenta con los recursos necesarios para la realización del trabajo, incluyendo recursos humanos, financieros, tecnológicos, acceso a información, permisos, equipo, infraestructura, y asesoramiento.

Tabla III. **Recursos necesarios para la investigación**

Concepto	Costo unitario/por hora	Cantidad	Total
<b>1. Materiales</b>			
Resma de hojas	Q 22.00	1	Q 22.00
Tinta para impresora	Q 250.00	1	Q 250.00
Folders	Q 1.50	10	Q 15.00
Ganchos	Q 0.50	10	Q 5.00
	<b>Sub total</b>		<b>Q292.00</b>
<b>Factibilidad técnica</b>			
Computadora	Q6,000.00	1	Q 6,000.00
Impresora	Q350.00	1	Q 350.00
	<b>Sub total</b>		<b>Q 6,350.00</b>
<b>Factibilidad legal</b>			
Software Estadístico R	Gratuito	0	Q -
Software Excel 2018	Q 400.00	1	Q 400.00
	<b>Sub total</b>		<b>Q 400.00</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>Q 7,042.00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS

1. Arias, F. y Flores, M. (2005). *La satisfacción de los estudiantes con su carrera y su relación con el promedio y el sexo*. Veracruz, México: Hitos de Ciencias Económico-Administrativas.
2. Camejo, J. (10 de mayo, 2013). Definición y características de los indicadores de gestión empresarial, grandes pymes. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.grandespymes.com.ar/2012/12/10/definicion-y-caracteristicas-de-los-indicadores-de-gestion-empresarial/>
3. Cohen, E. (2002). Educación, eficiencia y equidad: Una difícil convivencia. *Revista Iberoamericana*, 30 (1), 105-124.
4. CONEVAL. (1 de junio de 2014). *Manual para el diseño y la construcción de indicadores*. México: CONEVAL. Recuperado de [https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/MANUAL\\_PARA\\_EL\\_DISENO\\_Y\\_CONTRUCCION\\_DE\\_INDICADORES.pdf#search=Manual%20para%20el%20dise%C3%B1o%20y%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20indicadores](https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/MANUAL_PARA_EL_DISENO_Y_CONTRUCCION_DE_INDICADORES.pdf#search=Manual%20para%20el%20dise%C3%B1o%20y%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20indicadores)
5. Cossío, D. (1998). Los desafíos de la educación superior Mexicana. *Revista de la Educación Superior*, 106(1), 5-6.

6. Diferencia entre estadística paramétrica y no paramétrica. (2015). Economipedia. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/diferencia-entre-estadistica-parametrica-y-no-parametrica.html>
7. Edrosa, I., Juarros-Basterretxea, J., Robles-Fernández, A., Basteiro, J. y García-Cueto, E. (Enero, 2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, *Dialnet*. 14(1), 245-254. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5321646>
8. Fernández, J., Fernández, S., Álvarez, A. y Martínez, P. (Julio de 2007). Éxito Académico y Satisfacción de los Estudiantes con la Enseñanza Universitaria, *RELIEVE*, 13(2), 203-214. Recuperado de [https://www.uv.es/RELIEVE/v13n2/RELIEVEv13n2\\_4.htm](https://www.uv.es/RELIEVE/v13n2/RELIEVEv13n2_4.htm)
9. Fullana, J. (1996). Investigación sobre variables relevantes para la prevención del fracaso escolar. *Revista investigación Educativa*, 14(1), 63-90.
10. Graña, F. (2002). *Factores asociados al éxito emprendedor en cinco ciudades argentinas*. Buenos Aires, Argentina: Martín.
11. Ledesma, R., Macbeth, G. y Kohan, N. (2008). *Tamaño del efecto: revisión teórica y aplicaciones con el sistema estadístico Vista*. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 40(1), 425-439.

12. Montero, E., Villalobos, J. y Valverde, A. (2007). Factores Institucionales, Pedagógicos, Psicosociales y Sociodemográficos asociados al Rendimiento Académico en la Universidad de Costa Rica: Un Estudio Multinivel. *RELIEVE*, 13(2), 215-234, Recuperado de [https://www.uv.es/RELIEVE/v13n2/RELIEVEv13n2\\_5.htm](https://www.uv.es/RELIEVE/v13n2/RELIEVEv13n2_5.htm)
13. Muñoz, D. (2012). *Manual de estadística. Estadística Relativa*. España: Eumed. 50-62.
14. Navarro, E. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(1), 45-72.
15. Pascarella, E. y Terenzini, P. (1, enero, 1983). Path analytic validation of Tinto's model. New York, *Journal of Educational Psychology*: 87-102
16. Pérez, M. (1986). Crítica al concepto de rendimiento académico. *Revista Española de pedagogía*, 44(1), 521-534.
17. Rodríguez, M. y Gómez, V. (2010). Indicadores al Ingreso en la carrera de medicina y su relación con el rendimiento académico. *Revista de la Educación Superior*, 39(1), 43-50.
18. Tejada, J. y Arias, F. (2003). El Significado de la Tutoría Académica en Estudiantes de Primer Ingreso a la Licenciatura. *Revista de la Educación Superior*, XXXII, 127.

19. Tinto, V. (1989). Definir la deserción: Una cuestión de perspectiva. *Revista de la Educación Superior*, 1(1), 33-55.
20. Vargas, G., y Guiselle. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. Costa Rica: *Revista Educación*, 31(1), 43-63.
21. Walpole, R., Myers, R. y Myers, S. (1999). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. San Antonio: Pearson Educación.