



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería de Calidad y Productividad

Caracterización del rendimiento académico mediante perfiles descriptivos de alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestría en Ingeniería de Calidad y Productividad

Presenta:

Ing. Edwin Geovanny Vergara Ayala

Dirigido por:

M.I. Eric Leonardo Huerta Manzanilla

M.I. Eric Leonardo Huerta Manzanilla
Presidente



Firma

M.I. Javier García Pérez
Secretario



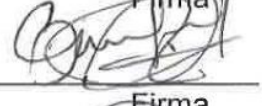
Firma

Dra. Marcela Gaytán Martínez
Vocal



Firma

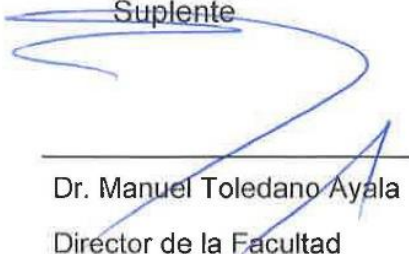
M.C. Guillermo Hiyane Nashiro
Suplente




Firma

M.A.P. José Agustín Martínez Rodríguez
Suplente



Firma

Dr. Manuel Toledano Ayala
Director de la Facultad

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

RESUMEN

El rendimiento académico es un fenómeno multifactorial, el cual tiende a tener un grado alto de dificultad cuando el objetivo es obtener un modelo representativo del fenómeno, esto debido al gran número de variables involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La presente tesis, tuvo una recapitulación de ochenta textos científicos nacionales e internacionales que analizaban el efecto de los factores psicosociales, académicos, personales, profesionales, familiares, socioeconómicos y sociodemográficos. De una totalidad de ochenta y ocho variables posibles a incluir se obtuvo un grupo de 26 factores principales y 6 secundarios para caracterizar el aprovechamiento de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro durante el periodo de enero 2018 a agosto 2018 con la finalidad de identificar los principales factores de variación que intervenían en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La investigación se llevó a cabo con la participación del alumnado inscrito; los participantes fueron 105 alumnos pertenecientes a las licenciaturas y posgrados impartidos en la facultad. Las variables del modelo fueron obtenidas a través de la aplicación de una encuesta en línea basada en los formularios de google. Análisis de varianza, componentes principales, regresión lineal múltiple y diseños experimentales fueron realizados a lo largo de la tesis, la mayoría de ellos nos condujeron a las mismas conclusiones en las cuales se pudo afirmar que en base a pruebas y estándares estadísticos la edad del alumno, la ingesta de alcohol y/o cigarrillos, el promedio del grado inmediato anterior, el dominio del idioma inglés, la eficiencia académica auto percibida, el porcentaje de asistencia a clases y el grado de motivación del estudiante eran los mejores predictores del rendimiento académico del estudiante medido a través del promedio global reportado en las actas y en el portal de la universidad. Los resultados obtenidos fueron útiles para la elaboración de un software auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, consiguiendo una aplicación para dispositivos Android.

(Palabras clave: rendimiento académico, fenómeno multifactorial, correlaciones, componentes principales, regresión lineal múltiple, software auxiliar, modelo descriptivo, alumnos)

SUMMARY

Academic performance is a multifactorial phenomenon; it tends to have a high degree of difficulty when the objective is to obtain a representative model because of the large number of variables involved in the teaching-learning process. This thesis had a recapitulation of eighty national and international scientific texts that analyzed the effect of psychosocial, academic, personal, professional, familiar, socioeconomic and sociodemographic factors. Out of a total of eighty-eight possible variables to be included, a group of 26 main and 6 secondary factors were obtained to characterize the academic achievement of the Faculty of Engineering's students of the Universidad Autonoma de Queretaro during the period of January 2018 to August 2018; one of the goals was to identify the main factors of variation that intervened in the teaching-learning process. The research was carried out with the participation of the enrolled students; the participants were 105 students who belonged to the undergraduate and postgraduate programs. The variables of the model were obtained through the application of an online survey based on the google forms. Analysis of variance, principal components, multiple linear regression, cluster analysis and experimental designs were made throughout the thesis, most of them led us to the same conclusions in which it was possible to affirm that based on statistical tests and standards the age of the student, the intake of alcohol and / or cigarettes, the average of the previous grade, the proficiency of the English language, the self-perceived academic efficiency, the percentage of attendance at classes and the rank of motivation of the student were the best predictors of student academic performance measured by the global average reported in the minutes of the university. The results obtained were useful for the elaboration of an auxiliary software in the teaching-learning process, obtaining an application for Android devices.

(Keywords: academic performance, multifactorial phenomenon, correlations, principal components, multiple linear regression, auxiliary software, descriptive model, students)

DEDICATORIA

Dedico esta tesis y doy gracias a Dios padre, hijo y espíritu santo por darme la bendición de realizar esta investigación y la oportunidad de contribuir a la sociedad con un trabajo enfocado a la educación.

A mi familia y mis amigos que a pesar del poco tiempo que tenemos para convivir, siempre hacen que cada instante sea invaluable.

A mi abuelita que me ha dado su amor incondicional y que a lo largo de mi vida me ha brindado el mejor regalo de todos: mi educación. Gracias por darme todo un ejemplo de vida y por confiar, por poner tus esperanzas y sueños en mi carrera y ser más que tu nieto, ser un hijo.

A mi madre que con un infinito amor ha puesto su confianza y entrega en mí, dedicando su vida a darme lo mejor, enseñándome día a día que no hay obstáculos imposibles, que la fuerza de un ser humano está en la mente y en el amor propio.

Finalmente dedico esta tesis a todas las mujeres con cáncer de mama que, como auténticas guerreras, luchan por un momento más de vida y viven al máximo cada instante.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a la Universidad Autónoma de Querétaro por abrirme las puertas para poder estudiar mi posgrado, el apoyo económico y moral, así como por todo el soporte teórico y práctico brindado desde la licenciatura hasta ahora.

Al M.I. Eric Leonardo Huerta Manzanilla, director de esta tesis, por su apoyo, conocimiento, asesoría, dedicación y tiempo a esta investigación. De igual forma, agradezco la confianza que tuvo en mí y las constantes oportunidades que buscó para complementar mi crecimiento profesional y personal.

Al M.I. Javier García Pérez, M.C. Guillermo Hiyane Nashiro M.A.P. José Agustín Martínez Rodríguez y a la Dra. Marcela Gaytán Martínez, por sus acertados comentarios, revisiones y asesorías teóricas y metodológicas.

Al. M.C. José Luis Avendaño Juárez por compartirme su conocimiento y experiencia, por su profesionalismo y amistad.

Al Dr. Manuel Toledano Ayala por ser un ejemplo en mi camino, por su interés en mi formación y su apoyo incondicional.

A los profesores de la maestría y a mis compañeros.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de tiempo completo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------------|
| RESUMEN..... | ii |
| SUMMARY..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xii |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Calidad educativa..... | 1 |
| 1.2. Parámetros a medir..... | 3 |
| 1.3. Organización de la tesis..... | 4 |
| 1.4. Justificación..... | 5 |
| 1.5. Descripción del problema..... | 5 |
| 1.6. Hipótesis..... | 6 |
| 1.7. Objetivos..... | 6 |
| 1.7.1. Objetivo general..... | 6 |
| 1.7.2. Objetivos particulares..... | 7 |
| 1.8. Limitaciones del estudio..... | 7 |
| 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA..... | 9 |
| 2.1. Antecedentes..... | 9 |
| 2.1.1. Factores psicosociales..... | 9 |
| 2.1.2. Factores académicos..... | 12 |
| 2.1.3. Factores asociados a la salud..... | 16 |
| 2.1.4. Factores personales, profesionales y familiares..... | 17 |
| 2.1.5. Factores socioeconómicos y sociodemográficos..... | 20 |
| 2.2. Marco teórico..... | 21 |
| 2.2.1. Definiciones elementales..... | 21 |
| 2.2.1.1. Educación..... | 22 |
| 2.2.1.2. Enseñanza..... | 22 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.2.1.3. | Aprendizaje | 23 |
| 2.2.1.4. | Rendimiento académico..... | 23 |
| 2.2.1.5. | Evaluación..... | 24 |
| 2.2.2. | Enfoque sistemático | 24 |
| 2.2.2.1. | Teoría general de sistemas (TGS) | 25 |
| 2.2.2.2. | Tipos de sistemas | 26 |
| 2.2.3. | Modelos del sistema educativo..... | 27 |
| 2.2.3.1. | Introducción a los modelos..... | 27 |
| 2.2.3.2. | Tipos de modelos..... | 27 |
| 2.2.3.3. | Modelos centrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje | 28 |
| 2.2.4. | Proceso de enseñanza-aprendizaje en ingeniería..... | 29 |
| 2.2.5. | Estadística descriptiva | 29 |
| 2.2.5.1. | Variables cuantitativas y cualitativas..... | 29 |
| 2.2.5.2. | Medidas de posición | 30 |
| 2.2.5.3. | Medidas de posición no central..... | 30 |
| 2.2.6. | La curva normal..... | 30 |
| 2.2.6.1. | Propiedades de la curva normal..... | 30 |
| 2.2.6.2. | Distribución t de Student | 31 |
| 2.2.7. | Estadística inferencial..... | 31 |
| 2.2.7.1. | Definición de inferencia estadística..... | 31 |
| 2.2.7.2. | Distribuciones muestrales | 32 |
| 2.2.8. | Contraste de hipótesis | 32 |
| 2.2.8.1. | Estadístico de contraste..... | 32 |
| 2.2.8.2. | Errores en los contrastes de hipótesis | 32 |
| 2.2.9. | Análisis de componentes principales..... | 33 |
| 2.2.10. | Análisis de covarianza (ANCOVA)..... | 33 |
| 2.2.11. | Diseño de experimentos | 34 |
| 2.2.11.1. | Diseño factorial | 35 |
| 2.2.11.2. | Diseño cuasi-experimental..... | 35 |
| 3. | METODOLOGÍA..... | 36 |
| 3.1. | Estratificación de la muestra | 37 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 3.2. | Materiales y equipos | 40 |
| 3.2.1. | Recursos humanos..... | 40 |
| 3.2.2. | Recursos materiales | 41 |
| 3.2.3. | Equipos..... | 41 |
| 3.3. | Estructura detallada del proyecto | 42 |
| 3.4. | Obtención de las variables | 42 |
| 3.4.1. | Mapeo de relevancia | 43 |
| 3.4.2. | Clasificación y definición de las variables | 59 |
| 3.5. | Mediciones | 64 |
| 3.5.1. | Instrumentos de medición..... | 64 |
| 3.5.2. | Frecuencia de adquisición de datos | 65 |
| 3.5.3. | Encabezado de consentimiento informado en la encuesta en línea .. | 66 |
| 3.6. | Análisis estadístico descriptivo..... | 67 |
| 3.6.1. | Importación y tratamiento de datos..... | 67 |
| 3.6.2. | Resumen estadístico descriptivo | 67 |
| 3.6.3. | Tablas de frecuencia | 68 |
| 3.6.4. | Medidas de tendencia central y dispersión | 68 |
| 3.6.5. | Diagramas y gráficos | 68 |
| 3.6.6. | Pruebas de normalidad..... | 69 |
| 3.7. | Análisis estadístico inferencial | 70 |
| 3.7.1. | Regresión lineal múltiple..... | 70 |
| 3.7.2. | Análisis de covarianzas | 72 |
| 3.7.3. | Análisis de componentes principales..... | 72 |
| 3.8. | Diseño de experimentos..... | 73 |
| 3.9. | Elaboración del software para la predicción del rendimiento académico . | 73 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 75 |
| 5. | CONCLUSIONES..... | 111 |
| 6. | REFERENCIAS | 115 |

| | |
|--------------------------|------------|
| 7. APÉNDICE | 137 |
| Anexo A | 137 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1 Percepciones del termino calidad en el ámbito educativo. | 2 |
| Tabla 2.1 Componentes básicos de la educación siendo planteada como un sistema. | 25 |
| Tabla 2.2 Clasificación de los sistemas. | 26 |
| Tabla 2.3 Tipos de errores al realizar una prueba de hipótesis. | 33 |
| Tabla 3.1 Codificación de los métodos empleados en la revisión del estado del arte. | 44 |
| Tabla 3.2 Codificación de las variables estudiadas en la literatura. | 45 |
| Tabla 3.3 Continuación de la Tabla 3.2-Codificación de las variables estudiadas en la literatura. | 46 |
| Tabla 3.4 Continuación de la Tabla 3.2 y 3.3-Codificación de las variables estudiadas en la literatura. | 47 |
| Tabla 3.5 Fragmento de la matriz de datos para la selección de variables. | 48 |
| Tabla 3.6 Frecuencias del porcentaje de estudio de las variables de la literatura. | 49 |
| Tabla 3.7 Continuación de la tabla 3.6-Frecuencias del porcentaje de estudio de las variables de la literatura. | 50 |
| Tabla 3.8 Continuación de la tabla 3.6 y 3.7-Frecuencias del porcentaje de estudio de las variables de la literatura. | 51 |
| Tabla 3.9 Frecuencias del porcentaje de significancia de las variables de la literatura. | 53 |
| Tabla 3.10 Continuación de la tabla 3.9-Frecuencias del porcentaje de significancia de las variables de la literatura. | 54 |
| Tabla 3.11 Continuación de la tabla 3.9 y 3.10-Frecuencias del porcentaje de significancia de las variables de la literatura. | 55 |
| Tabla 3.12 Variables correspondientes al diagrama de Venn. | 58 |
| Tabla 3.13 Variables del modelo. | 59 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 3.14 Continuación de la tabla 3.13-VARIABLES del modelo..... | 60 |
| Tabla 3.15 Continuación de la tabla 3.13 y 3.14-VARIABLES del modelo..... | 61 |
| Tabla 3.16 Continuación de la tabla 3.13, 3.14 y 3.15-VARIABLES del modelo..... | 62 |
| Tabla 3.17 Continuación de la tabla 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16-VARIABLES del modelo. | 63 |
| Tabla 3.18 Continuación de la tabla 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17-VARIABLES del modelo. | 64 |
| Tabla 4.1 Resumen estadístico de las variables cuantitativas y de la variable dependiente..... | 75 |
| Tabla 4.2 Frecuencia de las variables cuantitativas y cualitativas..... | 78 |
| Tabla 4.3 Pruebas de normalidad. | 79 |
| Tabla 4.4 Matriz de correlaciones. | 81 |
| Tabla 4.5 Matriz de interpretación de correlaciones..... | 83 |
| Tabla 4.6 Comparación entre el modelo cuantitativo y cualitativo..... | 87 |
| Tabla 4.7 Comparación entre los 3 modelos. | 90 |
| Tabla 4.8 Matriz de correlaciones. | 99 |
| Tabla 6.1 Matriz de datos del estado del arte..... | 137 |
| Tabla 6.2 Continuación de la Tabla 6.1-Matriz de datos del estado del arte..... | 138 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Diagrama de definiciones principales..... | 21 |
| Figura 2.2 Modelo resultante de la influencia de variables cognitivas motivacionales. | 28 |
| Figura 2.3 Distribución normal..... | 31 |
| Figura 2.4 Representación esquemática del ANCOVA..... | 34 |
| Figura 3.1 Metodología seguida para el desarrollo de la investigación..... | 36 |
| Figura 3.2 Estratos de la población estudiantil de la FI..... | 39 |
| Figura 3.3 Convocatoria de participación en la encuesta en línea..... | 41 |
| Figura 3.4 Estructura detalla del proyecto..... | 42 |
| Figura 3.5 Gráfica de barras de la frecuencia de uso de los métodos estadísticos empleados en el estado del arte..... | 44 |
| Figura 3.6 Diagrama de Pareto para el porcentaje de estudio de las variables del estado del arte..... | 52 |
| Figura 3.7 Diagrama de Pareto para el porcentaje de significancia de las variables del estado del arte..... | 56 |
| Figura 3.8 Diagrama de Venn de las variables del estado del arte..... | 57 |
| Figura 3.9 Formulario en línea para la recolección de información..... | 65 |
| Figura 3.10 Encabezado de consentimiento informado..... | 66 |
| Figura 3.11 Importación de los datos en RStudio..... | 67 |
| Figura 3.12 Instrucciones para la obtención de diagramas de tallos y hojas en RStudio..... | 68 |
| Figura 3.13 Instrucciones para la obtención de la normalidad en RStudio..... | 69 |
| Figura 3.14 Instrucciones para la obtención de correlaciones en RStudio..... | 71 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.15 Matriz de datos usada para el análisis de componentes principales en RStudio. | 73 |
| Figura 3.16 Modelo espiral para el desarrollo de proyectos. | 74 |
| Figura 4.1 ANOVA del modelo cuantitativo inicial 1. | 84 |
| Figura 4.2 ANOVA del mejor modelo cuantitativo 1. | 85 |
| Figura 4.3 ANOVA del modelo cualitativo inicial 2. | 86 |
| Figura 4.4 ANOVA del mejor modelo cualitativo 2. | 86 |
| Figura 4.5 ANOVA del modelo cuantitativo obtenido mediante AIC (modelo 3).... | 88 |
| Figura 4.6 Resumen del modelo cuantitativo obtenido mediante AIC (modelo 3). 89 | |
| Figura 4.7 Normalidad de los residuos del modelo 1. | 91 |
| Figura 4.8 Normalidad de los residuos del modelo 2. | 91 |
| Figura 4.9 Normalidad de los residuos del modelo 3. | 92 |
| Figura 4.10 Correlaciones del modelo cuantitativo 1..... | 93 |
| Figura 4.11 Correlaciones del modelo cuantitativo 3..... | 93 |
| Figura 4.12 ANOVA entre los 3 modelos planteados. | 95 |
| Figura 4.13 Gráficas de efectos de las variables del modelo 1 sobre el PROMEDIO. | 96 |
| Figura 4.14 Gráficas de efectos de las variables del modelo 2 sobre el PROMEDIO. | 97 |
| Figura 4.15 Gráficas de efectos de las variables del modelo 3 sobre el PROMEDIO. | 98 |
| Figura 4.16 Matriz de correlaciones de las variables usadas para el análisis de componentes principales..... | 100 |
| Figura 4.17 ANOVA de un modelo inicial con 22 variables cuantitativas. | 101 |
| Figura 4.18 Resumen de un modelo inicial con 22 variables cuantitativas. | 101 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.19 Instrucciones en RStudio para realizar cross validation. | 103 |
| Figura 4.20 Icono de la aplicación. | 105 |
| Figura 4.21 Menú del software educometro. | 105 |
| Figura 4.22 Acciones posibles a realizar en el menú medir. | 106 |
| Figura 4.23 Elementos del proceso disponibles. | 106 |
| Figura 4.24 Dimensiones de las variables a medir. | 106 |
| Figura 4.25 Formulario de variables. | 107 |
| Figura 4.26 Menú de estadísticas. | 107 |
| Figura 4.27 Formulario para ingresar calificaciones en periodos predeterminados. | 107 |
| Figura 4.28 Formulario para dar seguimiento a los alumnos a través de una matriz FODA. | 108 |
| Figura 4.29 Formulario para realizar una evaluación integral con aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales. | 108 |

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las décadas se ha puesto principal atención en la formación de los seres humanos como principal recurso de un sistema basado en el capitalismo; siendo esta una prioridad en las agendas de las organizaciones mundiales tales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2017) y a su vez un objeto de estudio para la economía educativa.

Varios autores clásicos de la economía tales como: Adam Smith, Alfred Marshall y John Stuart Mill, han destacado la importancia de la educación como una de las principales inversiones que las naciones pueden hacer entorno a su progreso y a la forma en que la educación debería ser financiada (Psacharopoulos, 2014); dando pauta a analizar la educación como un proceso productivo y como tal, a estudiar la eficiencia de la educación.

En la economía educativa es muy común analizar los casos de los países primermundistas, tal como Finlandia que ha apostado por revolucionar su sistema educativo y fomentar la investigación, así como el desarrollo tecnológico (Niemi *et al.*, 2016); lo cual nos lleva a creer que una manera de incrementar los avances productivos de una nación sería aumentar los niveles de escolaridad de la población, la eficiencia del proceso educativo y por ende, la calidad educativa de los programas y escuelas.

1.1. Calidad educativa

La calidad educativa es un término necesario para poder hablar del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es uno de los conceptos que más cambios ha sufrido a lo largo del tiempo y que ha variado de acuerdo a las necesidades, ambiente social, político y económico de las naciones.

Hoy en día podemos encontrar un sin fin de definiciones de calidad en el ámbito educativo, el hecho de tener un abanico de enunciados es clara evidencia

de la complejidad y naturaleza multifacética de dicho término; pero si en algo coinciden la mayoría de los autores es que se alcanza la calidad cuando el resultado del proceso educativo satisface a todos los sujetos involucrados.

La conceptualización que plantea Coombs en 1967, refiere a la calidad a un aspecto de la educación que comprendía los insumos, los resultados y los procesos de las escuelas (Vásquez, 2013); mientras que autores más recientes como Martínez en el 2014 expresa dicho concepto como una cuestión definida por los gobiernos y alineada con las políticas educativas (Bernal *et al.*, 2015). En la Tabla 1.1 se muestran algunas de las percepciones en la literatura del término calidad educativa por parte de diferentes autores modernos y clásicos.

Para toda aquella persona que se vea inmiscuida en al ámbito educativo es casi una obligación abordar desde el principio el concepto de calidad, dado que dicha definición abre el panorama para el estudio de los elementos que forman parte de los procesos y modelos educativos.

Tabla 1.1 Percepciones del termino calidad en el ámbito educativo.

| Autor | Definición |
|-------------------|--|
| Boonstra | Cualidad que se mide normalmente mediante pruebas estandarizadas a nivel nacional o mundial (Boonstra, 2015). |
| Pak Tee Ng | Parámetro que enfatiza el desarrollo holístico, y la habilidad para equipar a los estudiantes con conocimientos y habilidades que les sean útil en un futuro (Pak, 2015). |
| Hoy <i>et al.</i> | Es un proceso de evaluación de la educación, el cual enfatiza crear en los estudiantes la necesidad de desarrollar talentos y habilidades; y a su vez cumplir con los estándares y responsabilidades especificados para una institución educativa (Jain y Prasad, 2018). |
| Montes | Es un concepto que incluye dimensiones de infraestructura, así como los métodos e instrumentos mediante los cuales se realizan las evaluaciones a los alumnos (Montes, 2013). |

Fuente: elaboración propia.

1.2. Parámetros a medir

Las variables del presente estudio fueron seleccionadas a partir de una metodología de mapeo de relevancia haciendo una revisión del estado del arte de 80 artículos nacionales e internacionales. El objetivo de dicho mapeo fue reducir el número de factores a incluir en el estudio a través del principio de Pareto y el diagrama de Venn.

De una totalidad de 88 variables posibles a incluir se redujo el estudio a 26 elementos principales y 6 secundarios: nacionalidad, ingesta de alcohol y/o cigarros, tiempo dedicado a actividades extracurriculares, género, edad, comportamiento y características de los maestros, promedio anterior, estilos de aprendizaje, uso de los dispositivos móviles en el aula, asistencia, dominio del idioma inglés, carrera, apoyo de los maestros, involucramiento en actividades escolares, ambiente académico, aprendizaje en grupos, responsabilidad por alguien, problemas familiares, apoyo familiar, motivación interna, eficiencia académica auto percibida, condición laboral, experiencia laboral, ingresos familiares, zona de vivienda actual, nivel socioeconómico junto a sus 6 predictores secundarios, último año de estudios que aprobó el jefe de familia, baños completos con regaderas y W.C. en la vivienda, número de automóviles en el hogar, conexión a internet, número de personas en el hogar trabajando durante el último mes y la cantidad de dormitorios.

Las variables fueron tanto cualitativas como cuantitativas. Su obtención fue a través de una encuesta desarrollada en los formularios de Google y su recolección se efectuó en la recta final de los planes cuatrimestrales y de los programas semestrales.

La variable de respuesta fue el rendimiento académico, siendo evaluado a través del promedio global del estudiante, siendo esta la manera en que la universidad parametriza el aprovechamiento de sus estudiantes. Siendo uno de los principales indicadores estudiados a nivel nacional e internacional como se observará en el capítulo 2 de esta tesis.

1.3. Organización de la tesis

A lo largo de este capítulo se presenta una introducción a la economía educativa y se aborda el término de calidad en la educación. Se describen los parámetros a medir, la justificación por la cual se decidió realizar esta investigación, así como la hipótesis planteada a partir de la problemática. Subsecuentemente se mencionan los objetivos de la investigación, así como las limitaciones.

El segundo capítulo se fracciona en dos partes. La primera de ellas es una revisión del estado de arte del fenómeno de estudio, un análisis y discusión de las investigaciones realizadas en la actualidad que representan el mayor avance en la caracterización del rendimiento académico. La segunda parte presenta los fundamentos teóricos de la investigación, partiendo desde las definiciones elementales hasta las herramientas estadísticas empleadas.

Durante el capítulo tres, se detalla la muestra, los recursos humanos, materiales y equipos. Se hace una descripción de la estructura detallada del proyecto, así como la obtención de las variables, su clasificación y definición. Posteriormente se describen los instrumentos de medición, la frecuencia de adquisición de datos, los análisis estadísticos descriptivos e inferenciales, la metodología para llevar acabo dichos análisis y la elaboración del diseño de experimentos (DOE). En último lugar, se describe la elaboración de un software auxiliar en la caracterización del rendimiento académico.

En el capítulo cuatro se muestran los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, incluyendo el modelo matemático resultante y la versión beta del software auxiliar; igualmente se hace mención de las aportaciones hechas al campo de investigación y se enumeran las conclusiones.

Finalmente, las referencias bibliográficas pueden ser consultadas en el capítulo cinco y los anexos en el capítulo seis.

1.4. Justificación

La presente tesis se enfocó en estudiar los factores que afectan el rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), teniendo como objetivo caracterizar el fenómeno a partir de una diversidad de variables representativas de las características y perfiles del alumno, pues resultaba imprescindible proponer un modelo que fuera construido a partir de una abstracción más amplia del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que hasta ese momento los estudios enfocados a dicha problemática en la facultad se centraban únicamente en una licenciatura en específico o incluso en un solo grupo; aunado a ello, las investigaciones delimitaban el alcance a únicamente variables que describieran una sola característica del estudiante, como por ejemplo: el estilo de aprendizaje.

Los trabajos previos si bien no pasaron por alto la diversidad de variables en su respectiva revisión del estado del arte, realizaron una caracterización enfocada a un solo aspecto de los alumnos, dejando fuera la naturaleza multivariable del ser humano, que resulta de vital importancia para comprender plenamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, el presente trabajo permitió estudiar las correlaciones entre las variables y su efecto sobre el promedio global de los alumnos, a través de un modelo matemático base que incluyera varios perfiles del estudiante; de igual forma, permitió asentar una línea base en la facultad respecto al modelaje de fenómenos educativos incluyendo múltiples dimensiones. De igual forma, nos permitió confirmar los hallazgos hechos en la revisión del estado del arte y validarlos para estudiantes de ingeniería, obteniendo un grupo de variables multidimensional y con ello, la elaboración de un software en fase beta.

1.5. Descripción del problema

En las escuelas de educación superior como la FI de la UAQ es primordial medir el rendimiento académico de sus estudiantes como un indicador de la calidad educativa de sus programas. He ahí la importancia de identificar los factores que aportan variación al aprovechamiento del alumno. Se hace indispensable la

caracterización del modelo del proceso de enseñanza-aprendizaje dado que en la facultad existen hasta la fecha muy pocos estudios enfocados a dicha problemática, y los existentes hacen hincapié en solo uno de los programas educativos impartidos en la institución (Huerta, 2010).

Las tesis hasta ahora realizadas en la UAQ enfocadas al estudio del rendimiento académico carecen de un sustento estadístico fuerte, dado que son investigaciones con un enfoque social y de salud muy marcado donde las variables de estudio han sido el consumo de drogas, el estrés, actividad física, cansancio emocional, entre otros (Liñan, 2011; Rivera, 2011; Campos, 2014). Esto lleva a una caracterización del rendimiento académico parcial, donde quedan fuera muchos otros aspectos que forman parte de los perfiles que describen a un alumno universitario.

Las investigaciones que se han realizado a nivel superior mantienen sus reservas dado que los modelos no son lo suficientemente concluyentes y excluyen muchas variables con la finalidad de facilitar la interpretación del fenómeno y acotar el objeto de estudio, dejando gran parte de la variación fuera del modelo propuesto por los autores y muchas veces atribuida al contexto de las instituciones educativas.

1.6. Hipótesis

El rendimiento académico de los alumnos de la FI de la UAQ puede ser caracterizado en función de un grupo multidimensional de variables personales, profesionales, académicas, familiares, sociodemográficas, socioeconómicas y psicosociales.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Caracterizar el aprovechamiento de los estudiantes de la FI de la UAQ como variable dependiente de un perfil personal, profesional, académico, familiar, sociodemográfico, socioeconómico y psicosocial correspondiente al alumno durante

el periodo enero-agosto de 2018 con la finalidad de identificar los principales factores de variación que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.7.2. Objetivos particulares

Objetivo 1: Identificar las características idóneas para lograr un rendimiento académico alto reflejado con un promedio de 8.5 en adelante mediante un diseño de experimentos comparando los programas de licenciatura y de posgrado de la FI.

Objetivo 2: Identificar los factores significativos a un 95% o más que tienen efecto y aportan variación al rendimiento académico de los alumnos inscritos durante el periodo enero-agosto de 2018.

Objetivo 3: Elaborar una propuesta de acciones correctivas y preventivas para mejorar el rendimiento académico del estudiante a través de los resultados obtenidos de los análisis estadísticos.

Objetivo 4: Elaborar un prototipo de software para monitorear el rendimiento académico del estudiante con 5 módulos de operación: medición, análisis, monitoreo, planificación y evaluación.

1.8. Limitaciones del estudio

A lo largo de la investigación se encontraron limitaciones en cada una de las etapas, desde su planteamiento hasta su conclusión, ejemplo de ellos fue la gran cantidad de factores reportados en el estado del arte, la ambigüedad de los resultados en las investigaciones previas, la veracidad de las respuestas vertidas en las encuestas y la participación de la comunidad estudiantil.

En primer lugar, fue una investigación compleja debido al enorme número de variables encontradas en la literatura; en un principio se contempló analizar la mayor cantidad de variables posibles, sin embargo, se optó por incluir en la investigación un grupo limitado de factores que tuvieran una significancia estadística

en la literatura y que a su vez fueran comunes entre las investigaciones con la finalidad de acotar el estudio de acuerdo al tiempo establecido para la finalización de la maestría. Así mismo, esta medida ayudó a elaborar una encuesta flexible y cómoda para los participantes.

La ambigüedad de los resultados previos en el estado del arte, representó una limitante ya que cada autor sugería contrastar los resultados y mencionaban que no eran hallazgos concluyentes ni generalizables debido a que su modelo era particularmente útil para la institución educativa de donde se obtuvieron las muestras y se debía tener en cuenta las diferencias entre cada uno de los recintos académicos e inclusive las discrepancias culturales entre cada región, ciudad o país (Thorell et al., 2013).

Por otra parte, la discrepancia entre los hallazgos de un autor a otro, complicaron la selección de variables analizadas en esta tesis debido a que algunos autores reportaban significancia estadística para determinados factores, mientras que otros señalaban que no existía tal significancia. Un ejemplo de ello es la diferencia entre los resultados de Avendaño et al. (2016) contra los de Barahona respecto a la variable edad; en la primera investigación se reportó una correlación positiva entre la edad del estudiante al ingresar a la carrera y su rendimiento académico; mientras que en el segundo trabajo no se obtuvo una significancia estadística, dado que el p-value de la variable fue de 0.2398 (Barahona, 2014).

Otra de las limitantes fue la veracidad de la información proporcionada por los participantes, dado que las respuestas a las encuestas estaban sujetas a que el alumno contestara de manera honesta y responsable y no únicamente por completar la encuesta de la manera más rápida posible o por alguna obligación.

Finalmente, el estudio tuvo una muestra limitada por 105 observaciones; el tamaño muestral tendría que ser más grande para poder generalizar los resultados a otras facultades de la UAQ.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes

El rendimiento académico es un fenómeno multifactorial, el cual es difícil de modelar debido al gran número de variables involucradas en el proceso, la presente sección está basada en la recapitulación de ochenta textos nacionales e internacionales. Estos textos ayudaron a distinguir ochenta y ocho variables independientes y una variable dependiente denominada aprovechamiento académico. El principal objetivo de esta revisión de la literatura fue obtener un grupo de variables representativas y significativas del estado del arte, encontrando que las dimensiones de variables más usadas para la caracterización del rendimiento académico fueron los factores académicos y personales.

Diversos autores han abordado el estudio del rendimiento académico resaltando la importancia de las variables socioeconómicas, la amplitud del programa de estudios, las metodologías de enseñanza, características personales, el entorno familiar del alumno, los apoyos económicos, el semestre o grado, así como el grado de salud o el hecho de presentar una enfermedad o discapacidad (Jiménez y Valle Gómez, 2013; Fonseca *et al.*, 2014; Wald *et al.*, 2014; Hanus y Fox, 2015). Sus principales hallazgos mostraron que el estado civil, el género, la edad, el nivel educativo de los padres de familia, la condición laboral, la situación socioeconómica y el nivel de salud eran los factores más significativos.

A continuación, se abordará el estado del arte desde siete grupos principales de investigaciones: factores psicosociales, académicos, personales, profesionales, familiares, socioeconómicos y sociodemográficos. Cabe mencionar que algunos estudios incluyeron dentro de sus factores, variables pertenecientes a otros grupos, no obstante, se clasificaron de acuerdo al objeto central de estudio.

2.1.1. Factores psicosociales

Una gran cantidad de estudios han concluido a lo largo de la literatura que los factores psicosociales tenían un papel muy importante y significativo para el éxito

académico de los estudiantes universitarios. Ejemplificando lo anterior encontramos la investigación conducida por Krumrei *et al.* (2013), en la cual se tomó una muestra 579 estudiantes donde las variables de estudio fueron: eficiencia académica auto percibida, organización y atención a estudiar, estrés y manejo del tiempo, involucramiento en las actividades escolares, satisfacción emocional con los académicos, comunicación con la clase; mientras que la variable de salida fue el promedio de calificaciones en base al GPA (Grade Point Average). Se realizó una regresión lineal jerárquica con la finalidad de examinar los efectos de las variables en la predicción del GPA; encontrando que la eficiencia académica auto percibida fue el más grande factor predictor con una $\beta=0.30$, seguido por la organización y atención a estudiar ($\beta=0.22$).

Reid (2013) estudió la identidad racial, la autoeficacia, la integración institucional y el logro académico, aunado a ello decidió involucrar variables como los años máximos de escolaridad de los padres, los ingresos familiares, tener una especialización y el grado o semestre cursado en el momento de la encuesta. El análisis realizado manifestó una débil, pero positiva y significativa correlación entre la auto eficacia o eficacia auto percibida y la integración académica ($r=0.182$, $p=0.013$). El autor enfatizó el hecho de que la hipótesis planteada fue sustentada, es decir, los varones de raza negra que manifestaron una mayor auto eficacia, actitudes positivas de identidad racial y altos niveles de integración escolar obtuvieron mayores promedios GPA.

Abd-Elmotaleb y Saha (2013) plantearon un estudio en el cual las principales variables fueron el clima académico, la eficacia auto percibida por parte de los alumnos y el rendimiento académico, siendo esta última la variable dependiente de la investigación. El estudio planteó tres hipótesis directas, las cuales tuvieron una significancia estadística positiva entre el clima académico, el rendimiento y la eficacia auto percibida. A pesar de poder hacer una estratificación más detallada o realizar un análisis por conglomerados siendo un grupo cada facultad, los autores optaron por analizar dos ramas de la población: los alumnos

que estudiaban en una facultad práctica y los alumnos que estudiaban en una facultad teórica. Esta acción facilitó el análisis de los datos convirtiendo este atributo de la población en binomial o dicotómica, sin embargo, redujo la exactitud del modelo.

Durante ese mismo año, se realizaron un gran número de estudios en torno a la inteligencia emocional, uno de los más interesantes en abordar es el meta análisis de Perera y DiGiacomo (2013). El artículo mostró un análisis de 48 estudios de los cuales se obtuvo un tamaño de muestra de 10,292 participantes, encontrando que contrario a lo que se podía pensar en un inicio, la inteligencia emocional sí estaba directamente relacionada con el rendimiento académico del estudiante.

Clark *et al.* (2014) analizaron las relaciones entre motivación, integración académica y rendimiento académico de 81 alumnos de psicología. La motivación académica se evaluó con una medición de 28 elementos usados para determinar las razones por las cuales los estudiantes ingresaron al colegio. La integración fue medida de manera similar, pero con un estudio integrado por 30 elementos. Los autores concluyeron que algunos tipos de motivación intrínseca fueron mediados por la integración académica y su relación con el rendimiento académico. Por otro lado, aunque no tuvo una significancia estadística, la relación entre la desmotivación y el aprovechamiento medido con el GPA fue notable.

Otro tipo de estudios han sido conducidos en las áreas médicas encontrando a través de un diseño correlacional y pruebas psicológicas validadas previamente, que la inteligencia emocional, el empoderamiento psicológico, la resiliencia y el bienestar espiritual tuvieron una correlación significativa con el éxito académico de los estudiantes de enfermería (Beauvais *et al.*, 2018). Las correlaciones fueron significativas a dos colas y a un nivel de 0.05 y 0.01.

2.1.2. Factores académicos

Se ha dicho que el fenómeno del rendimiento académico es multifactorial, pero hay una variable que se distingue de entre todas y esa es el estilo de aprendizaje; Maris *et al.* (2013) estudiaron dicho factor a partir de una muestra de 1501 alumnos con un promedio de edad de 18 años y 9 meses pertenecientes a los estratos 2010 y 2011 del ciclo básico común de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. Los investigadores realizaron una prueba de competencia espacial y usaron el cuestionario Motivated Strategies for Learning como métodos de evaluación. Una vez recolectadas las muestras, realizaron un análisis de varianza (ANOVA) en el cual verificaron relaciones significativas entre el rendimiento académico con el estilo de aprendizaje y los niveles de competencia espacial.

Cheewaparakobkit (2013) planteó una investigación en la cual se hizo uso de los árboles de decisiones y el “data mining” para determinar los factores que aportaron variación al proceso de enseñanza-aprendizaje y que tuvieron una repercusión directa sobre el aprovechamiento del estudiante. Se estudiaron variables binarias, nominales y numéricas que englobaban atributos tales como: género, estado civil, edad, continente, apoyos económicos, residencia, ocupación de los padres y dominio del inglés. Los resultados de la investigación son interesantes puesto que el árbol de decisiones fue el modelo que tenía una tasa de precisión mayor al modelo de redes neuronales. Los factores que Cheewaparakobkit encontró como significativos en el rendimiento académico fueron los siguientes: el número de horas trabajadas por semestre, cursos adicionales de inglés, número de créditos cursados durante el semestre y el estado civil del estudiante.

A pesar de ser un estudio realizado con dos de las tendencias más actuales y poderosas en el procesamiento de datos, el estudio no alcanzó a ser generalizable y el mismo autor propuso analizar el aprovechamiento de los estudiantes en otros programas académicos para determinar el grado de predicción de su modelo y el alcance de su investigación.

Si bien son más las investigaciones en torno a calidad educativa y rendimiento académico a lo largo y ancho de Europa, se han realizado trabajos en Latinoamérica enfocados a las relaciones que podrían existir entre el rendimiento académico, las competencias espaciales, los estilos de aprendizaje y los índices de deserción (Vázquez *et al.*, 2013). Ejemplo de ello es la investigación de Vázquez y sus compañeros; su estudio se realizó a partir de un análisis de varianza, un análisis multivariable de varianza, pruebas de significancia, pruebas de Pearson y análisis de conglomerados; los resultados mostraron que la competencia espacial afecta el aprovechamiento del estudiante, y los estilos de aprendizaje favorecían a desarrollar una mejor competencia espacial.

El rendimiento académico es una salida del proceso de enseñanza-aprendizaje y hasta este momento se han explorado los hallazgos e investigaciones que involucran al alumno, sin embargo, en dicho proceso interviene otro sujeto muy importante, el cual es el profesor. He aquí donde se recalca la importancia de definir a la enseñanza y el aprendizaje como un proceso bidireccional y complementario; entendido a este proceso como el movimiento de la actividad cognoscitiva de los estudiantes teniendo como guía y mando al profesor, buscando el dominio y entendimiento de habilidades, actitudes y aptitudes, así como del conocimiento científico que nos rodea.

Uno de los estudios que tomo en cuenta a ambos elementos o personajes del proceso de enseñanza aprendizaje, así como de su contexto fue la investigación realizada por Núñez *et al.* (2014), en el cual participaron 10 Institutos del norte de Portugal, los cuales fueron elegidos al azar de entre un total de 45 posibles. De estos institutos, participaron 57 profesores de biología y sus correspondientes 988 estudiantes de tercero de bachillerato. Las variables involucradas fueron: enfoque de aprendizaje, asistencia a clase, tiempo de estudio, conocimiento previo, deberes escolares, enfoque de enseñanza, experiencia docente, número de alumnos por clase y nivel educativo de los padres. La mayor parte de la variabilidad del rendimiento en biología estaba asociada con las variables del alumnado (85.6%),

mientras que las variables de clase sólo aportaron un 14.4% de la misma. En relación con las variables analizadas a nivel de alumnado, resultaron ser buenos predictores del rendimiento en biología el conocimiento previo de la materia, el nivel de absentismo escolar, el nivel de estudios de los padres y el enfoque de aprendizaje, siendo esta variable la más relevante en esta ecuación. Ni el tiempo de estudio, ni la cantidad de deberes realizados, ni el género de los estudiantes mostraron efectos principales significativos.

Durante el año 2014 se condujeron varios análisis referentes al rendimiento académico, dentro de ellos hubo un análisis en el cual se estudiaron los comportamientos de los estudiantes al contar con conexión a internet y una computadora en el salón de clases. El estudio constó de 1129 estudiantes canadienses y se encontró que el comportamiento de los alumnos en su computadora podía ser seccionado en dos grupos: actividades relacionadas a la escuela y actividades de ocio o no relacionadas. Tal como se pensaría de forma teórica, la investigación mostró que un mayor aprovechamiento en los alumnos estaba dado debido al uso de las laptops para las actividades académicas dentro del aula de clases (Gaudreau *et al.*, 2014).

Joye y Wilson (2015) estudiaron el efecto que tenía la edad del maestro y su género sobre la percepción del estudiante y su aprovechamiento. En el estudio participaron 340 (127 hombres y 213 mujeres) estudiantes y se confirmó la hipótesis de que los estudiantes clasificarían al profesor masculino más eficaz que la profesora, independientemente de la edad. La segunda hipótesis fue que la profesora más joven obtendría mayores calificaciones de atractivo y relación que la profesora de mayor edad, y que este efecto no se vería para los profesores varones; esta hipótesis fue apoyada. Finalmente, la tercera hipótesis de que la profesora más joven inspiraría notas más altas no fue sustentada; de hecho, los participantes que percibieron a una profesora mayor obtuvieron puntajes más altos en el cuestionario.

La medicina es uno de los principales campos que han decidido estudiar los factores que afectan el rendimiento académico de sus estudiantes. Uno de los estudios más completos es el realizado por Al Shawwa *et al.* (2015). Este trabajo fue diseñado para obtener los parámetros que distinguen significativamente a los estudiantes con un buen rendimiento y los que presentan un bajo aprovechamiento. Los investigadores decidieron combinar varias técnicas de obtención de datos, desde la aplicación de cuestionarios y los “focus groups”. Los resultados del análisis de la información obtenida mostraron que las siguientes variables no presentaron una significancia estadística: tamaño de la familia, vivir con la familia, presencia de problemas familiares, ingresos mensuales de la familia, responsabilidad financiera con alguna persona, modo de transporte, vehículo propio o compartido, tiempo dedicado a labores hogareñas, tiempo designado a los hobbies, tiempo asignado para ver televisión, tiempo para escuchar música, ingesta de cafeína, fumar, hábitos de siesta y horas de sueño, horas de estudio durante el día, fuentes de información para estudiar, ingesta de bebidas y snacks durante la sesión de estudio, cantidad de tiempo de preparación para los exámenes y las actividades sociales durante los exámenes.

Las variables con significancia fueron la responsabilidad de transportar a alguien, tiempo gastado en redes sociales, disfrutar del estudio, promedios o notas anteriores, motivación para una beca, estudiar en pareja o en grupo, dominio del idioma inglés, horas de estudio en fin de semana, técnicas de memorización, lectura previa de tópicos para el siguiente semestre, vacaciones de investigación, tiempo de sueño durante los exámenes, preparación de material de estudio y hacer trampa durante los exámenes. La investigación abordó desde diferentes perspectivas el rendimiento académico y no lo ancló únicamente a una dimensión. Sin embargo, debió haber sido coherente estudiar las correlaciones entre las dimensiones; hecho que los autores no puntualizaron en su investigación.

De acuerdo a la experiencia de los alumnos, los profesores suelen poner especial atención a la asistencia a las clases durante el semestre; este fenómeno

fue estudiado por Landin y Pérez (2015) analizando cuatro cortes consecutivas de estudiantes universitarios de farmacéutica. Los autores hallaron una relación positiva entre la asistencia a clases confirmando lo que muchos profesores afirman en la práctica de la docencia.

2.1.3. Factores asociados a la salud

Deliens *et al.* (2013) realizaron un estudio para examinar las diferencias sociodemográficas y de comportamiento saludable entre estudiantes universitarios belgas de primer año que asistieron a todos los exámenes finales de las asignaturas y de los estudiantes que no lo hicieron. Sin embargo, su investigación también sirvió para identificar las correlaciones existentes entre el rendimiento académico, el peso y los hábitos saludables de los estudiantes.

Dentro del contexto que rodeó a la investigación Deliens y sus colegas hicieron énfasis en los estudios que indicaban la significancia de factores tales como: promedio escolar anterior, género, educación de los padres, residencia, atención parental, ejecución de ejercicios, jugar video juegos, hábitos saludables de alimentación, consumo de alcohol y los niveles de estrés. Los instrumentos de medición fueron elaborados a partir de preguntas originales de cuestionarios existentes. Los investigadores decidieron realizar prueba t, χ^2 y regresión lineal múltiple para identificar las correlaciones del rendimiento académico.

Los resultados de Deliens mostraron que el género si tenía significancia en el rendimiento académico, mostrando que las mujeres conseguirían un mejor aprovechamiento. Por su parte, ganar peso durante el periodo de estudio mostró una correlación negativa. De igual forma, los hábitos sedentarios, la mala alimentación y consumo de alcohol tuvieron un efecto negativo en la predicción del rendimiento académico.

Es importante mencionar que la investigación efectuada por Deliens *et al.* fue el primer estudio europeo que mostraba asociaciones entre un rango de peso y hábitos de salud sobre el rendimiento académico de estudiantes de primer año

universitario. Sin embargo, es indiscutible recalcar que los resultados obtenidos no fueron generalizables a todas las instituciones educativas puesto que el modelo obtuvo un r^2 ajustada de 0.30, haciendo de este un modelo con varias áreas de mejora.

Enfocado en la misma clase de factores, para Daswani (2014) el estrés, la salud y el rendimiento escolar mantuvieron una estrecha relación, concluyendo que tanto salud como desempeño tendían a verse afectados negativamente cuando las personas estaban expuestas a situaciones de estrés prolongado.

Durante el 2014 se analizaron los efectos de los hábitos de vida de los estudiantes en torno al rendimiento académico. Stea y Torstveit (2014) incluyeron 2432 adolescentes Noruegos, los cuales se sometieron a encuestas con la finalidad de averiguar sus hábitos alimenticios, actividad física, etc.; los resultados reportaron que el consumo regular de desayuno, lunch y cena estaba asociado a un alto aprovechamiento en los estudiantes, así mismo se encontró que la ingesta de frutas y limonadas era más común en alumnos con altas calificaciones. Finalmente, los resultados reportaron una fuerte relación inversa entre fumar y el rendimiento académico.

2.1.4. Factores personales, profesionales y familiares

Dentro de la literatura podemos encontrar artículos que analizan variables correspondientes a la dimensión profesional o situación laboral de una persona y su repercusión en el desempeño de un alumno. Ejemplo de ello es la investigación efectuada por Carrillo y Ríos (2013) en la cual determinaron que dos terceras partes de su muestra conformada por estudiantes universitarios eran afectadas negativamente en su rendimiento académico debido a su ocupación laboral; los autores resaltaron un punto interesante de estudio, puesto que los motivos por los cuales el estudiante trabajaba aportaron un grado de variación a las calificaciones del alumno y su desempeño.

En el ámbito educativo es muy común pensar en los factores externos que afectan el rendimiento académico del estudiante. No obstante, Ghazivakili *et al.* (2014) hacen un análisis del papel que juegan las habilidades de pensamiento crítico y los estilos de aprendizaje. También se analizó el efecto del género, estado civil, empleo, carrera, semestre y etnia; encontrando significativas a todas las variables, excepto: estado civil y etnia. En conclusión, el estudio mostró una significancia estadística entre los estilos de aprendizaje y el género, edad, semestre y empleo.

El fenómeno del proceso de enseñanza aprendizaje suele abordarse de manera multivariable, ejemplo de este tipo de análisis es el trabajo realizado por Moreira *et al.* (2013) en el cual se analizaron factores relacionados a la persistencia, motivación, habilidades y técnicas de estudio. El tamaño de la muestra fue de 384 estudiantes que rondaban entre 16 y 21 años y el análisis que se condujo fue a través de componentes principales con 9 factores explicando el 57.86% de la variación y clasificados mediante la técnica de conglomerados. Encontrando significancia en el grupo de variables de estrategias de éxito escolar, factores contextuales, objetivos académicos, habilidades académicas, etc.

Durante el año 2014, la nacionalidad, el grado de salud y la situación laboral se retomaron como variables de interés, Jayanthi *et al.* (2014) se enfocaron a identificar la contribución de la nacionalidad y otros factores al rendimiento del estudiante, encontrando que el 37% de la variación podía ser atribuida al género, edad y nacionalidad

En el año 2014 se analizó la variable género como un factor significativo del rendimiento académico de los alumnos, sin embargo, en este año hubo un estudio bastante notable dado que fue un meta análisis de las investigaciones relacionadas a dicho factor. El estudio fue dirigido por Voyer y Voyer (2014) y se determinó que había una pequeña pero significativa ventaja de los estudiantes de género femenino

aportando un notable avance en la investigación del aprovechamiento, dado que su investigación fue basada en literatura previa.

Un estudio realizado por Tessema *et al.* (2014) en el cual se analizó el hecho de tener un trabajo de medio tiempo sobre el grado de satisfacción del estudiante y su rendimiento académico determinó que trabajar o no trabajar era estadísticamente significativo en el puntaje GPA del estudiante, pero no fue estadísticamente significativo en la satisfacción del estudiante.

Continuando con las investigaciones referentes al perfil laboral del estudiante, Ruesga *et al.* (2014) estudiaron a una población de 3442 estudiantes universitarios con el objeto de determinar si la experiencia laboral tenía contribución estadística a la variación del desempeño académico. Los hallazgos reportados por Ruesga y sus compañeros sugirieron que la actividad laboral estaba negativamente relacionada con la satisfacción académica del alumno. También, se concluyó que los estudiantes que se encontraban trabajando presentaron un mejor nivel en sus resultados académicos, indicando una complementariedad entre formación académica y experiencia laboral. El estudio mostró que la experiencia laboral previa a la entrada en la universidad contribuyó a mejorar el desempeño del alumnado.

Trabajos como el de Rojas (2014) se han enfocado a estudiar las diferencias en el rendimiento académico según el género del alumno en un programa de maestría, encontrando que no existía una variación significativa en el desempeño de los estudiantes en relación a dicho factor. En su tesis, Rojas muestra que los estudiantes de género masculino obtenían resultados y promedios más altos, pero no lo suficiente para marcar una significancia estadística.

Otro punto de referencia y contrario a lo establecido por Rojas es la investigación doctoral de Valencia (2014), en la cual concluye que había una variación con respecto a la percepción sobre la acción docente, las condiciones de docencia, las competencias en las Tecnologías de la Información y Comunicación

(TIC's), el rendimiento académico y la satisfacción en el entorno del aprendizaje derivada del género del alumno.

La edad es un factor relacionado al desempeño académico que sin duda alguna ha sido motivo de estudio para muchos investigadores a nivel nacional e internacional. Tal es el caso de la investigación realizada por Navarro *et al.* (2015) en la cual concluye mediante el uso de un ANOVA que la edad era una variable a la cual se le podía atribuir parte de la variación del aprovechamiento del estudiante.

Por otra parte, la diversidad de nacionalidades en un aula de clases es cada vez más común debido a las becas y movilidades que un estudiante puede realizar al estar cursando sus estudios universitarios o de posgrado. Tal es el grado de reincidencia de este fenómeno que algunos investigadores han enfocado sus labores a determinar si dicha variable tiene una repercusión en el desempeño estudiantil; ejemplo de ello es la investigación de Bosman (2015).

2.1.5. Factores socioeconómicos y sociodemográficos

En el año 2013 se analizó un caso de estudio de una Universidad Islamita, la muestra constó de 100 estudiantes y se analizó el estado económico social del padre o tutor, área de residencia por parte del alumno, tendencia de alojamiento y así mismo se analizaron factores referentes a otras dimensiones como: edad, género, facultad o escuela de estudio, horas de estudio diarias, entre otros (Ali *et al.*, 2013). Los resultados mostraron una significancia estadística por parte del estatus socioeconómico del tutor, al igual que la edad y las horas de estudio. Es importante recalcar que el modelo tuvo un ajuste de $r^2=0.3124$, lo cual indicó que el modelo absorbía el 31% de la variación total del fenómeno; además, siendo un estudio de tipo cualitativo el ajuste está dentro de lo normal encontrado en la literatura, no obstante, se cuenta con la limitación de no poder generalizar los resultados a otras universidades o incluso otros países.

De manera similar, se realizó un estudio en la Universidad Bahir Dar de Etiopia donde se recabaron 150 cuestionarios respondidos por los estudiantes (120 mujeres y 30 hombres). El estudio fue conducido por Gile y Atinaf (2014), enfocándose principalmente en la población femenina; los resultados mostraron que había tres categorías de factores que estaban afectando el rendimiento académico: variables relacionadas a la universidad, variables socioeconómicas y socioculturales. La investigación arrojó que la presencia de clubes nocturnos, bares, tiendas de auto servicio y centros turísticos alrededor de la universidad afectaban el aprovechamiento académico de las estudiantes. El mismo efecto tenían factores como el estatus socioeconómico de los padres, las limitadas oportunidades de empleo y estar radicando fuera de las viviendas propias del campus universitario. Ahora bien, algunos parámetros que causaron la deserción o fallas en las alumnas en la escuela fueron el hostigamiento sexual, no proporcionar capacitaciones de apoyo por parte de la universidad, el miedo al fracaso, falta de confianza en sí mismas y la actitud de la comunidad estudiantil hacia el género femenino.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Definiciones elementales

A continuación, se presentan 5 conceptos claves para analizar el fenómeno de rendimiento académico, dado que para entender de manera general el objeto de la tesis se vuelve fundamental un acercamiento a los principales términos que conforman el proceso de enseñanza-aprendizaje. (ver Figura 2.1).

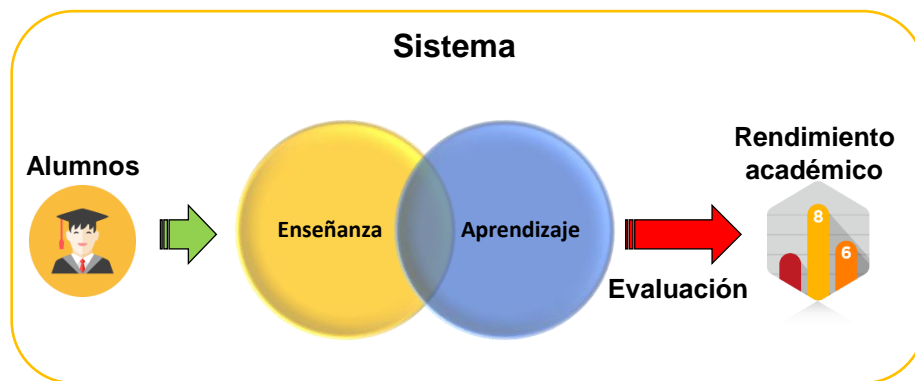


Figura 2.1 Diagrama de definiciones principales.
Fuente: elaboración propia.

2.2.1.1. Educación

La educación es considerada un derecho humano para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a su vez es uno de los principales rectores que respalda la Agenda mundial Educación 2030 y sin duda alguna es el tema principal en diversas esferas del poder (UNESCO, 2017).

Para Piaget la educación se basa en dotar a los individuos de un grado de autonomía e inculcar en el ser el respeto por la autonomía del prójimo a fin de tener un trato recíproco (Muthivhi, 2015).

La educación puede ser entendida de diversas formas, pero para Vygotsky la educación es lo que nos hace ser lo que somos y aún más importante, es lo que nos forma para la persona en la cual podríamos convertirnos; esta definición se ve apoyada en la premisa Marxista en la que los seres humanos somos los que cambiamos la historia. Es por ello que Vygotsky también recalca el papel que juega la historia y la cultura en la formación de un ser humano (Moll, 2013).

2.2.1.2. Enseñanza

La enseñanza suele asociarse al término aprendizaje para su definición, no obstante, también suele definirse de manera individual. Para Cousinet (2014) el término enseñanza hace referencia a la presentación de conocimientos que los alumnos no poseen, pero no solo eso; también es hacer que los estudiantes adquieran la habilidad para generar su propio conocimiento.

Paulo Reglus Neves Freire apoya parcialmente la definición de Cousinet y establece que la enseñanza no se trata de la mera transferencia de conocimiento entre individuos, sino de crear las oportunidades y el ambiente propicio para que los individuos encuentren su propia producción de saber. Paulo no apoyaba la idea de una educación basada en técnicas de memorización y repetición; él buscaba

entender la enseñanza como una posibilidad de dotar a un ser de una capacidad que le serviría para toda su vida (Villalobos, 2015).

Actualmente entendemos a la enseñanza como un conjunto de métodos para transmitir conocimientos e información, principios generales, pedagogía y estrategias para compartir en los estudiantes una idea (Ahmad *et al.*, 2018).

2.2.1.3. Aprendizaje

Al igual que el concepto de enseñanza, el aprendizaje puede ser enfocado desde diversas perspectivas. Para autores clásicos como Piaget, Dewey y Vigotsky, el aprendizaje es un proceso activo en el cual el alumno tiende a manipular objetos, experiencias, vivencias, charlas; además el alumno hace una construcción de conocimiento a partir de explorar su mundo e interactuar con la realidad (Berkeley (Lawrence Hall of Science/UC Berkeley), 2016).

Otro punto de vista es el aportado por Lieberman (2012) en el cual nos indica que el aprendizaje es la adquisición continua de conocimientos y habilidades por parte del alumno. El autor asocia el aprendizaje con el hecho de la capacidad de recordar información; es por ello que la definición de aprendizaje de este autor apela a los recuerdos de una persona y su habilidad para memorizar.

2.2.1.4. Rendimiento académico

Jiménez en el año 2000 establece que el rendimiento académico es la demostración de conocimientos acerca de una determinada área o materia. Así mismo, establece que el desempeño del alumno debe ser conceptualizado a partir de los métodos de evaluación, sin embargo, es de vital importancia considerar el desempeño individual, grupal, el aula y el contexto de las instituciones educativas y del sistema educativo del país (Chong, 2017).

Para Lamas (2015) el término rendimiento académico es complejo y su dificultad empieza desde su conceptualización, señala que a veces el concepto suele ser denominado aptitud escolar, desempeño, etc.; y es entendido como el resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje que es llevado a cabo por la actividad didáctica y pedagógica del profesor.

Tonconi define al rendimiento académico como un indicador del nivel de aprendizaje que alumno obtuvo durante un periodo determinado, y así mismo, representa el nivel de cumplimiento de todos los objetivos curriculares de las materias cursadas (Y. García *et al.*, 2014).

2.2.1.5. Evaluación

Para Horbath y Gracia la evaluación es la capacidad para poder asignar un valor, ya sea numérico o cualitativo a un objeto o un sujeto. No obstante, Horbat también señala la definición de Wolff en la cual se dice que la evaluación se puede considerar como la asignación de una calificación a través de una medición del grado en el cual se logran los objetivos curriculares (Horbath y Gracia, 2014).

La evaluación también puede ser definida según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) como un juicio de valor que es resultado de la contrastación del resultado obtenido de una medición contra un parámetro definido previamente y de carácter normativo. Esta definición puede ser aplicada a diversos objetos y fenómenos y a su vez denota una noción de calidad (Martínez, 2013).

2.2.2. Enfoque sistemático

El propósito del proceso de enseñanza-aprendizaje es la formación de personas que tengan la habilidad para la detección de problemáticas en su entorno, analizarlas y buscar la forma de solucionarlas; a su vez nos ayuda a clarificar perspectivas sobre calidad, ya que el mencionado proceso es parte del

planteamiento de la educación como un sistema productivo cuyos elementos básicos son: el contexto, las entradas, las salidas y el proceso (ver Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Componentes básicos de la educación siendo planteada como un sistema.

| Componente | Descripción |
|------------------------------|--|
| Entradas | Cualidades y características de los alumnos y maestros. |
| Salidas | Medidas o indicadores del aprendizaje del estudiante. |
| Contexto | Factores externos que podrían influir en la enseñanza y aprendizaje. |
| Proceso | Actividades, rutinas y comportamiento de los estudiantes y profesores. |
| Retroalimentación (opcional) | Función a través de la cual el sistema compara el valor de salida con un criterio de referencia. |

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.1. Teoría general de sistemas (TGS)

Como se mencionó en la sección anterior el proceso de enseñanza-aprendizaje puede ser concebido como parte de un sistema educativo productivo y para comprenderlo de mejor manera es necesario adentrarse en los conocimientos básicos de la teoría general de sistemas. Dicha teoría nace de las investigaciones realizadas por el biólogo Ludwing Von Bertalanffy y afirma que las propiedades características de un sistema no pueden ser estudiadas por separado, ya que el entendimiento total se obtiene cuando se analizan conjuntamente todos los elementos y relaciones existentes (Cazau, 2012).

Ahora bien, para que un conjunto de elementos pueda ser considerado como un sistema es necesario que se encuentren relacionados entre sí y que en su integración presenten ciertas características tales como: tener un propósito u objetivo, correlaciones y globalismo (alguna variación de los componentes podrá afectar de manera parcial o total a los otros elementos), entropía (desgaste del sistema), homeostasis (nivel de respuesta y adaptación), equifinalidad (idénticos resultados pueden ser producidos por orígenes completamente distintos), relación cliente-proveedor (dependencia de insumos para generar resultados y producción de productos para otros sistemas) (von Bertalanffy *et al.*, 2015).

2.2.2.2. Tipos de sistemas

Una vez señaladas las características de un sistema y sus principales elementos es importante hacer mención de la manera en la que se clasifican para identificar de tal forma el tipo de sistema que es objeto de nuestro estudio (ver Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Clasificación de los sistemas.

| Tipo | Definición |
|---------------------------------|--|
| Sistemas naturales | Son los existentes en el medio ambiente. |
| Sistemas artificiales | Son los creados por la mano del hombre. |
| Sistemas sociales | Sistema integrado por personas que persiguen un fin común. |
| Sistemas hombre-máquina | Sistemas en los que se emplean equipos y en los cuales tanto el ser humano como la máquina tienen una relación recíproca. |
| Sistemas abiertos | Son aquellos en los cuales se tiene una fuerte relación con el medio ambiente en el que se encuentran inmersos, existe un continuo intercambio entre el ambiente y el sistema. |
| Sistemas cerrados | No presentan ningún tipo de intercambio con el ambiente, se encuentran completamente aislados de las influencias del contexto ambiental. |
| Sistemas temporales | Tienen un periodo de vida y posteriormente desaparecen. |
| Sistemas permanentes | Tienen una duración muy larga, más allá del tiempo en el que el ser humano pueda estar presente realizando operaciones. |
| Sistemas estables | Las operaciones llevadas a cabo en el sistema no presentan variación o en su defecto lo hacen en ciclos repetitivos y constantes. |
| Sistemas inestables | No siempre son constantes y sus cambios se encuentran en función de los recursos y el tiempo disponible. |
| Sistemas adaptivos | Reaccionan a los cambios modificando y ajustando su funcionamiento. |
| Sistemas no adaptivos | Presentan problemas para responder a los cambios, por tal motivo la mayoría de las ocasiones se pueden eliminar y algunas veces están destinados a fracasar. |
| Sistemas determinativos | Presentan interacciones predecibles. |
| Sistemas probabilísticos | Su principal característica es la presencia de incertidumbre. |
| Supersistemas | Son sistemas muy grandes y en la mayoría de las veces complejos. |
| Subsistemas | Sistemas pequeños inmersos en el sistema original de estudio. |
| Sistemas físicos | Se componen de hardware (equipo, maquinaria objetos, etc.). |
| Sistemas abstractos | Se componen de software (conceptos, hipótesis, filosofías, metodologías, ideas, etc.). |

Fuete: información adquirida de Zamudio (2005) y adaptación propia.

Señalado lo anterior podemos identificar al proceso de enseñanza-aprendizaje como parte de un sistema artificial, del tipo social (en el cual tanto maestro como alumno persiguen un objetivo, pero que a su vez ambas entidades tienen objetivos particulares), abierto y con la presencia de retroalimentación,

temporal, en ocasiones se puede considerar adaptivo o no adaptivo, probabilístico, abstracto e idealmente se considera estable, sin embargo en la práctica la mayoría de los docentes coinciden que el proceso tiene un grado de inestabilidad dado que en cada ciclo escolar e incluso en cada sesión de clase varían las condiciones, valores de entrada y por ende las operaciones.

2.2.3. Modelos del sistema educativo

2.2.3.1. Introducción a los modelos

A lo largo de la historia los gobiernos e instituciones internacionales interesadas en la educación han planteado modelos para caracterizar y describir las relaciones y elementos que se encuentran vinculados al proceso de enseñanza-aprendizaje; entiéndase por modelo a aquella entidad matemática, didáctica, pedagógica, científica que trata de explicar o representar algo de la naturaleza (Borge, 2015).

En la práctica educativa se han descrito diversos tipos de modelos, que van desde la representación del proceso de enseñanza-aprendizaje, hasta modelar el rendimiento académico del alumno y su interacción con factores propios del estudiante o del contexto. Al ser la educación y la calidad temas muy dados a la interpretación, los modelos suelen carecer de rigor matemático para la extracción de datos significativos y robustos. No obstante, varios autores han hecho un esfuerzo para apuntar a crear un modelo que sea lo suficientemente descriptivo y robusto para hacer frente a la alta variabilidad (Valsamis *et al.*, 2018).

2.2.3.2. Tipos de modelos

Dentro de los temas relacionados a la TGS encontramos la investigación de operaciones, la cual nos habla entre varias cosas de los tipos de modelos existentes, puntualizando la existencia de dos grandes grupos: modelos generales y modelos particulares; de manera general esta diferencia nace de la problemática para la cual fue construido el modelo. A su vez los modelos pueden ser clasificados

de la siguiente manera (Moya, 2003): icónicos, analógicos, esquemáticos, matemáticos y simbólicos.

En lo que concierne a esta tesis, el principal modelo de estudio es del tipo matemático el cual busca representar la realidad del rendimiento académico a través de perfiles descriptivos mediante el uso de una relación matemática, a través de la lógica.

2.2.3.3. Modelos centrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Los modelos centrados en la enseñanza-aprendizaje a menudo modelan en su variable de salida al rendimiento académico tal y como se observó en la revisión del estado del arte y suelen asociarla a factores psicosociales, académicos, personales, profesionales, académicos, socioeconómicos y sociodemográficos.

A lo largo del tiempo varios han sido los modelos propuestos por diversos autores alrededor del mundo. Ejemplo de ellos es la propuesta de Castro-Villarreal *et al.* (2014) el cual fue construido a partir de un muestreo de 128 maestros y se consideraron variables como auto eficacia, compromiso, género y etnia. Un ejemplo de la elaboración del modelo de manera gráfica es la siguiente (ver Figura 2.2):

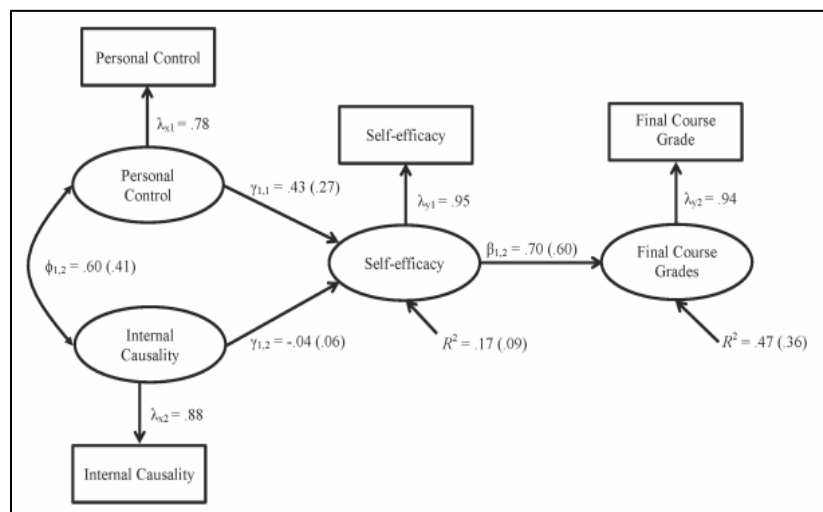


Figura 2.2 Modelo resultante de la influencia de variables cognitivas motivacionales.
Fuente: Castro-Villarreal *et al.* (2014).

En la figura 2.2, la autoeficacia es un mediador para las relaciones entre las variables exógenas como el control personal y las notas finales de los cursos.

La mayoría de las investigaciones referentes a rendimiento académico y el proceso de enseñanza-aprendizaje tienen como objetivo obtener un modelo matemático descriptivo o inferencial que pueda ayudar a comprender el fenómeno de la educación (Hawkins *et al.*, 2013; Stephens *et al.*, 2014).

2.2.4. Proceso de enseñanza-aprendizaje en ingeniería

La enseñanza y el aprendizaje son dos acciones complementarias que a menudo son estudiadas de manera simultánea. Para la Universidad de Princeton el proceso toma tiempo y requiere de paciencia además de ello, es un proceso a través del cual se puede ayudar a las personas a obtener una guía para su aprendizaje personal y su desarrollo (Princeton University, 2015). Dicho proceso se basa en tres principios:

- ❖ Identificación de brechas entre la realidad y lo ideal.
- ❖ Implementación de un plan desafiante.
- ❖ Dialogo continuo entre alumnos y supervisores.

2.2.5. Estadística descriptiva

2.2.5.1. Variables cuantitativas y cualitativas

Las variables que son incluidas en los estudios estadísticos y matemáticos son clasificadas en dos grandes grupos (Vasallo, 2014):

- ❖ **Variables cuantitativas:** son aquellas variables que toman valores numéricos.
- ❖ **Variable cualitativa:** es aquella variable que no toma valores numéricos, a menudo se les llama variables categóricas ya que pueden clasificarse en un determinado número de categorías o estados.

2.2.5.2. Medidas de posición

Las medidas de posición representan y describen un conjunto de datos. Además de ser útiles para la comparación entre conjuntos, describen el comportamiento de los datos. A continuación, se definen dichas medidas en base a Alfonso (2015):

- ❖ **Media aritmética:** es la sumatoria de todos los datos dividido por la totalidad de la muestra.
- ❖ **Mediana:** valor de la variable tal que, ordenados los valores de manera creciente, la mitad son menores o iguales y la otra mitad mayores o iguales.
- ❖ **Moda:** es el valor de los datos del conjunto con mayor frecuencia.

2.2.5.3. Medidas de posición no central

Las medidas de posición no central son aquellas que dividen al conjunto de datos, A continuación se definen dichas medidas a partir de Molina *et al.* (2014):

- ❖ **Cuartiles:** dividen la distribución de los datos en cuatro partes iguales.
- ❖ **Deciles:** dividen a la distribución de los datos en diez partes iguales.
- ❖ **Percentiles:** dividen a la distribución de los datos en cien partes iguales.

2.2.6. La curva normal

2.2.6.1. Propiedades de la curva normal

La curva normal corresponde a una distribución del tipo normal o también conocida como distribución de Gauss o distribución gaussiana, es una curva en forma de campana (ver Figura 2.3) y lo que indica es que para cualquier medición, los valores seguirán una distribución normal (Dasgupta y Wahed, 2014). Las propiedades de la distribución normal son:

- ❖ Su esperanza es μ y su varianza es σ^2 .

- ❖ Es simétrica respecto a su media; su media, moda y mediana coinciden.
- ❖ Cualquier transformación y combinación lineal de una variable con distribución normal seguirá también el modelo normal.

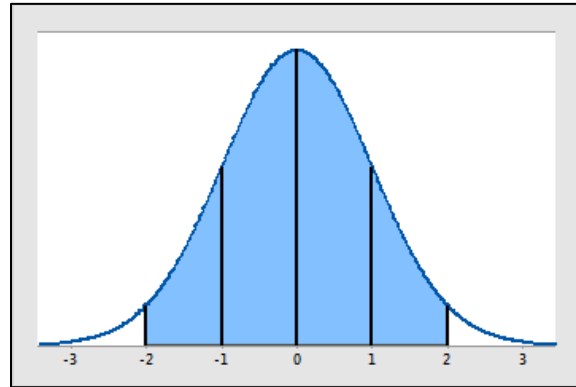


Figura 2.3 Distribución normal.

Fuente: www.support.minitab.com (2018).

2.2.6.2. Distribución t de Student

La particularidad de este tipo de distribución es que es una distribución de cola pesada que se usa naturalmente cuando construimos hipótesis y hacemos el contraste de ellas para el valor esperado de un conjunto de datos o muestra distribuida de manera normal y con varianza desconocida (Papastathopoulos y Tawn, 2013). La prueba t de Student permite comparar muestras y establece la diferencia entre las medias de las muestras.

2.2.7. Estadística inferencial

2.2.7.1. Definición de inferencia estadística

La estadística inferencial es comprendida como una rama de las matemáticas cuyo objetivo principal es obtener conclusiones de una población a partir de una muestra, es decir, es una parte de la estadística a través de la cual podemos llegar a conclusiones validas a partir de una distribución de probabilidad y una inferencia de lo que podría ocurrir en una población o en un fenómeno (Verdin, 2014).

2.2.7.2. Distribuciones muestrales

Se le denomina distribución muestral al patrón de comportamiento predecible de una muestra aleatoria. También es definida como una distribución de probabilidad de las medias de las muestra (González y Panteleeva, 2016).

2.2.8. Contraste de hipótesis

2.2.8.1. Estadístico de contraste

Cuando hablamos de contrastar una hipótesis nos referimos a la toma de decisiones en la cual se infiere o se designa si una propiedad de la población analizada es compatible con lo que se puede observar en una muestra. Existen básicamente dos tipos de contraste de hipótesis: contrastes paramétricos y contrastes no paramétricos.

Una vez establecida la hipótesis a refutar, es preciso elegir una variable aleatoria que seguirá una función de probabilidad, a dicha variable se le denomina estadístico de contraste que al compararlo con valores críticos de la función de probabilidad nos brinda la capacidad para aceptar o rechazar una hipótesis (Solano, 2014).

2.2.8.2. Errores en los contrastes de hipótesis

Al momento de contrastar una hipótesis hay dos clases de errores que se pueden cometer: error tipo I y error tipo II; estos errores son mutuamente exclusivos, no obstante, a medida que se disminuye el riesgo de cometer un error tipo I, la probabilidad de cometer un error tipo II aumenta (DePoy y Gitlin, 2016).

El error tipo I hace referencia a la probabilidad de rechazar una hipótesis nula cuando dicha hipótesis es correcta, mientras que el error tipo II es la probabilidad de aceptar una hipótesis nula falsa (Beukelman y Brunner, 2016). En la Tabla 2.3 Se muestra la relación entre ambos errores:

Tabla 2.3 Tipos de errores al realizar una prueba de hipótesis.

| Decisión basada en la muestra | Verdad acerca de la población | |
|-------------------------------|---|--|
| | H_0 es verdadera | H_0 es falsa |
| No rechazar H_0 | Decisión correcta (probabilidad= $1-\alpha$) | Error tipo II no rechazar H_0 cuando es falsa (probabilidad = β) |
| Rechazar H_0 | Error tipo I rechazar H_0 cuando es verdadera (probabilidad = α) | Decisión correcta (probabilidad = $1-\beta$) |

Fuente: tabla adaptada de www.support.minitab.com (2018).

2.2.9. Análisis de componentes principales

Al investigar un fenómeno la intención del investigador es estudiarlo con diversas variables. En un proceso estadístico tal como es la educación que cuenta con un gran número de variables es difícil visualizar sus conexiones o correlaciones. Debido a ello, es de vital importancia reducir el número de variables para desechar la información que no sea significativa y obtener un modelo optimizado; he aquí donde el Análisis de Componentes Principales (ACP) transforma todo el conjunto de información a un nuevo grupo sintético de variables.

EL ACP fue desarrollado por Pearson y retomada posteriormente por Hotelling (Lacort, 2014), es una herramienta estadística multivariable de simplificación en la cual no se establecen jerarquías entre las variables y se elimina la información repetida. El nuevo grupo de variables obtenido del ACP son combinaciones linealmente independientes de las variables originales.

2.2.10. Análisis de covarianza (ANCOVA)

El análisis de covarianza es un análisis que combina el ANOVA y la regresión lineal, puede ser un análisis múltiple si en el estudio se tienen muchas covariables y simple si se tiene solamente una. El ANCOVA basa su fundamento en un ANOVA con una variable dependiente de la que se eliminó el efecto producido por una o más covariables. Así mismo, el análisis ANCOVA tiene una variable cuantitativa como variable dependiente o salida y una mezcla de variables

cuantitativas y cuantitativas como factores (J. García *et al.*, 2014). A continuación, en la Figura 2.4 Se muestra la representación esquemática del ANCOVA:

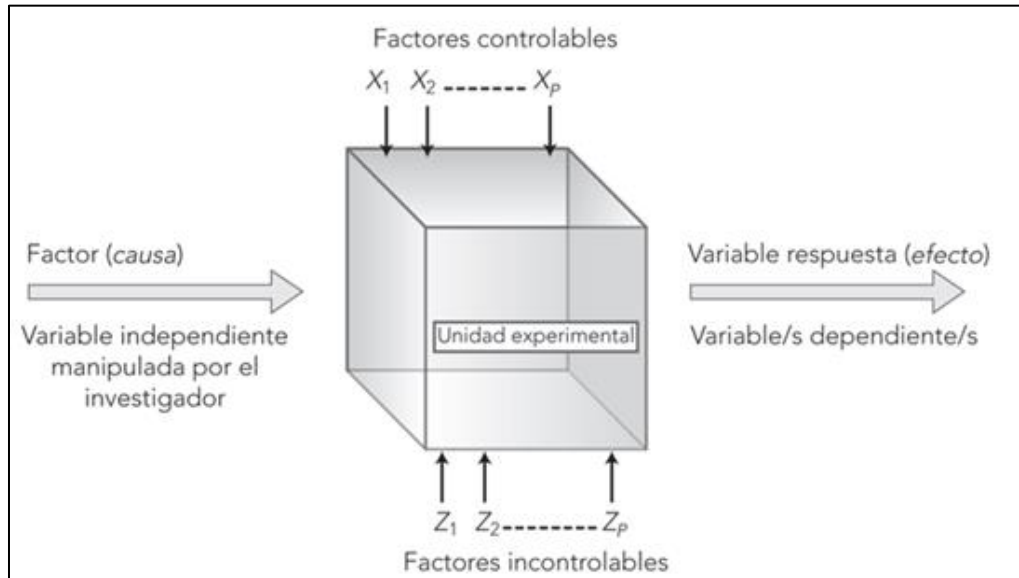


Figura 2.4 Representación esquemática del ANCOVA.

Fuente: J. García *et al.* (2014).

2.2.11. Diseño de experimentos

El diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística usada a menudo en proyectos de seis sigma en los cuales el rendimiento de un proceso se ve afectado por varios factores; aplicando DOE se puede conseguir entre otras cosas mejorar el rendimiento de un proceso, su variabilidad o los costos de producción, así como aumentar la calidad de los procesos y servicios (Yondo *et al.*, 2018).

El DOE también puede llegar a ser definido como la metodología mediante la cual se manipula un proceso para conducirlo a brindar la información requerida para mejorar mediante los cambios en los niveles de sus variables, así como su interacción y sus correlaciones.

2.2.11.1. Diseño factorial

Un diseño factorial es un tipo de diseño de experimentos a través del cual se pueden analizar los efectos de varios factores sobre una variable dependiente o de respuesta. A su vez, al variar los niveles de todos los factores se puede analizar y estudiar la interacción que hay entre ellos (Montgomery, 2005).

2.2.11.2. Diseño cuasi-experimental

Los diseños cuasi-experimentales ofrecen oportunidades para incrementar la evidencia sobre efectos causales y una de sus principales ventajas es que se puede generar evidencia causal cuando la experimentación controlada aleatoria es imposible de llevar a cabo (Bärnighausen *et al.*, 2017).

Un diseño cuasi-experimental se distingue porque no hay una aleatorización de las muestras, o bien, no existe un grupo de control como tal. En este tipo de experimentos no existe un control absoluto de todas las variables, por lo cual, a pesar de las ventajas mencionadas en el párrafo anterior, una de las principales desventajas sería la vulnerabilidad a sesgo.

3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describe de manera detallada la metodología que se siguió para el desarrollo del proyecto. La Figura 3.1 brinda una representación de la metodología seguida.

Durante el mes de septiembre de 2016 hasta diciembre de 2017 se hizo una revisión del estado del arte con la finalidad de reducir el campo de estudio mediante un mapeo de relevancia, a través del cual se redujo el número de variables de 88 factores a únicamente 26 variables principales y 6 secundarias. Se diseñó el instrumento de medición, el cual consistió de un cuestionario elaborado en la plataforma de formularios en línea de Google; se procedió a la estratificación de la muestra, a la definición y preparación de los recursos humanos y materiales para finalmente, una vez obtenidas las muestras, analizar los datos con herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales, dando paso a la propuesta de un diseño de experimentos natural y al desarrollo del prototipo de un software auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

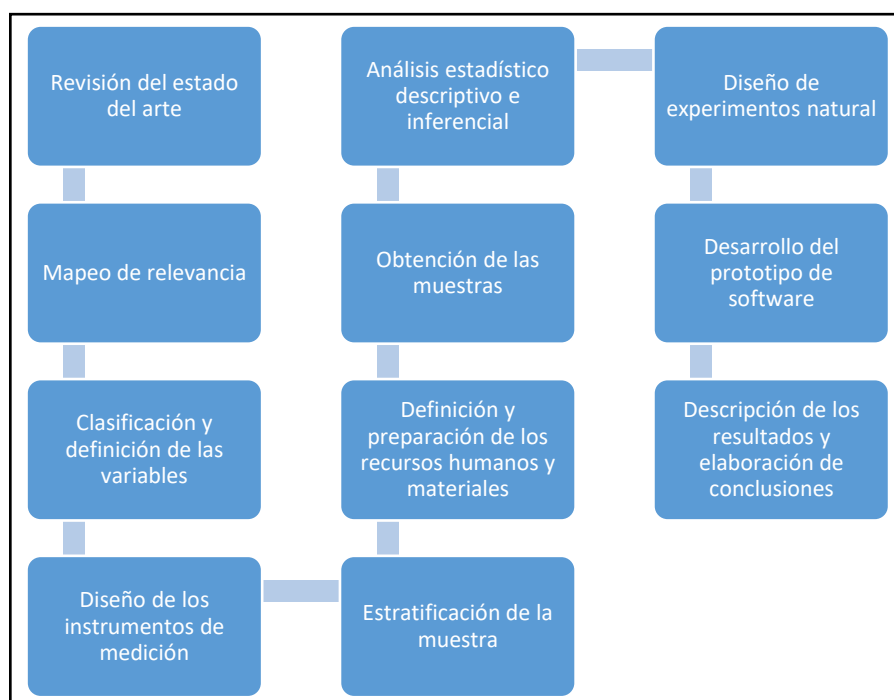


Figura 3.1 Metodología seguida para el desarrollo de la investigación.
Fuente: elaboración propia.

3.1. Estratificación de la muestra

La investigación se llevó a cabo con la participación del alumnado inscrito en la FI. Los participantes fueron 105 alumnos pertenecientes a las siguientes licenciaturas y posgrados.

❖ Licenciaturas:

- Ingeniería Agroindustrial (IAG).
- Licenciatura en Arquitectura (LA).
- Ingeniería en Automatización (IA).
- Ingeniería Biomédica (IB).
- Ingeniería Civil (IC).
- Licenciatura en Diseño Industrial (LDI).
- Ingeniería Industrial y Manufactura (IIM).
- Ingeniería Electromecánica (IE).
- Ingeniería Física (IF).
- Licenciatura en Matemáticas Aplicadas (LMA).
- Ingeniería en Mecánica y Automotriz (IMA).
- Ingeniería en Nanotecnología (IN).
- Ingeniería en Ciencias/ Ingeniería Matemática (ICIM).

❖ Maestrías:

- Maestría en Arquitectura (MA).
- Maestría en Didáctica de las Matemáticas (MDM).
- Maestría en Ciencias en Mecatrónica (MCM).
- Maestría en Valuación de Vienes (MVV).
- Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres (MIVT).
- Maestría en Ciencias en Ingeniería en Biosistemas (MCIB).
- Maestría en Ingeniería de Calidad y Productividad (MICP).
- Maestría en Diseño e Innovación (MDI).
- Maestría en Ciencias en Inteligencia Artificial (MCIA).
- Maestría en Ciencias de la Valuación (MCV).

- Maestría en Ciencias en Construcción (MCC).
- Maestría en Ciencias en Geotecnia (MCG).
- Maestría en Ciencias en Hidrología Ambiental (MCHA).
- Maestría en Ciencias en Estructura (MCE).
- Maestría en Ciencias en Transporte y Logística (MCTL).
- Maestría en Ciencias en Instrumentación y Control (MCIC).
- Maestría en Ciencias en Nanotecnología (MCN).
- Maestría en Ciencias en Ingeniería Matemática (MCIM).

❖ Doctorados:

- Doctorado en Ingeniería (DI).
- Doctorado en Ingeniería en Biosistemas (DIB).
- Doctorado en Mecatrónica (DM).
- Doctorado en Ciencias de la Energía (DCE).

Se decidió realizar un muestreo por estratificación dado que los alumnos dentro de cada uno de los grupos tenían perfiles similares mientras que la diferencia entre estratos fue más notable (Aragón, 2014).

La estratificación se decidió realizar a partir del nivel académico, en primer lugar, las licenciaturas y posteriormente los posgrados como grupo principales. Como grupos secundarios las licenciaturas se dividieron de acuerdo a cada uno de los programas educativos mientras que los posgrados se estratificaron en maestrías y doctorados. Finalmente, las maestrías y doctorados se clasificaron de acuerdo a cada una de sus ofertas académicas. La FI cuenta con 13 programas de licenciatura, la maestría con 18 y los doctorados con 4 (ver Figura 3.2).

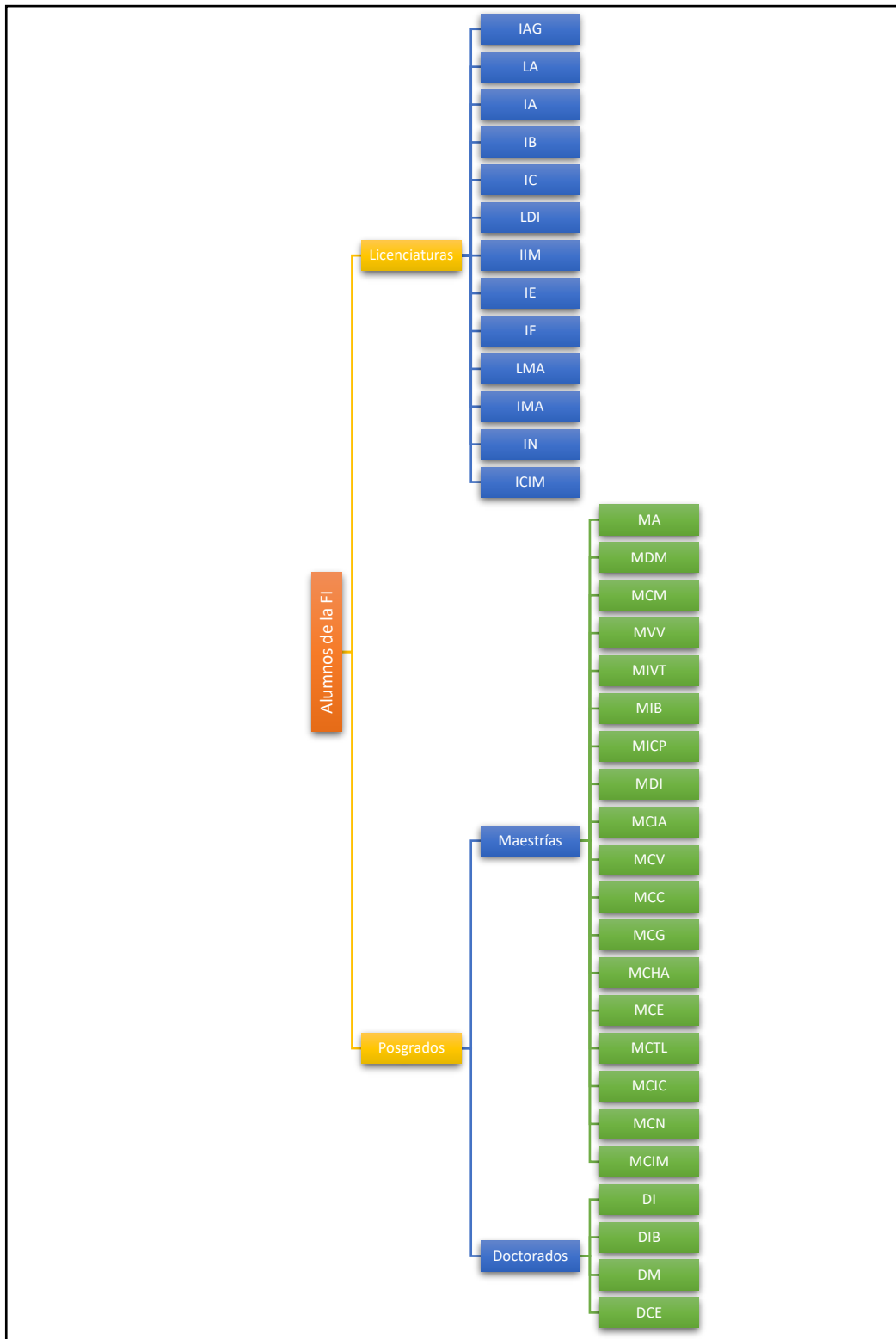


Figura 3.2 Estratos de la población estudiantil de la FI.
 Fuente: elaboración propia.

La población de la FI en el campus universitario actualmente es de 10,500 alumnos. El tamaño de la muestra fue de 15 alumnos, partiendo de un intervalo de confianza del 95%, una heterogeneidad del 50% y un margen de error máximo del 9.5%.

El cálculo se hizo a partir de la siguiente formular (ver Ecuación 3.1):

$$n = \frac{k^2(p)(q)(N)}{(e^2(N-1))+(k^2)(p)(q)} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3.1 Tamaño de la muestra.}$$

N = tamaño de la población o universo.

k = es una constante que depende del nivel de confianza asignado.

e = es el error muestral deseado

p = es la proporción de individuos que poseen la característica de estudio.

q = es la proporción de individuos que no poseen esa característica, 1 – p.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Recursos humanos

Los recursos humanos necesarios fueron los estudiantes inscritos a la FI al momento de realizar la encuesta para la obtención de las variables; la estratificación ayudó a aumentar la precisión de la muestra y ajustó el tamaño muestral para cada uno de los estratos con la finalidad de lograr reducir la varianza.

La invitación para contestar la encuesta se hizo a cada uno de los estudiantes, no obstante, no toda la población estudiantil se involucró en el ejercicio, registrando una participación voluntaria de 105 alumnos inscritos en la FI. De igual forma se requirió la ayuda de los profesores, coordinadores y directivos para divulgar la información y la solicitud de participación en el estudio (ver Figura 3.3).

SE CONVOCA

a todos los estudiantes activos de la **Facultad de Ingeniería** de la Universidad Autónoma de Querétaro a ser partícipes de la encuesta:

"Caracterización del rendimiento académico"

Objetivo: Caracterizar el aprovechamiento de los estudiantes como variable dependiente de un perfil de identidad, profesional, escolar, familiar, sociodemográfico, socioeconómico, cognitivo y conductual correspondiente al alumno durante el periodo de enero - agosto de 2018 con la finalidad de identificar los principales factores de variación que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tiempo aproximado: 15-20 minutos.

Nota: Tu información será codificada a través de los algoritmos implementados en los formularios de Google y permanecerá confidencial.

Responsable: Ing. Edwin Geovanny Vergara Ayala

URL:
<https://goo.gl/forms/Ts4xabgbyYotOXhh2>

Figura 3.3 Convocatoria de participación en la encuesta en línea.
Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Recursos materiales

Para la elaboración del proyecto se necesitó contar con los siguientes materiales y servicios:

- ❖ Computadora.
- ❖ Servicio a internet.
- ❖ Acceso a los motores académicos de búsqueda.
- ❖ Paquetería de Microsoft Office®.
- ❖ Servicio de encuestas de google.
- ❖ Software RStudio.
- ❖ Software App Inventor.

3.2.3. Equipos

No se requirió de algún tipo de equipo especializado para la realización de este proyecto.

3.3. Estructura detallada del proyecto

A continuación, se muestra un diagrama (ver Figura 3.4) que representa las diversas etapas de la metodología; en el diagrama se observa que la investigación con nombre clave “Educometro” tuvo tres etapas principales: el análisis estadístico descriptivo e inferencial, el diseño de experimentos y el desarrollo de un prototipo de software enfocado a medir, analizar, monitorear, planificar, evaluar el rendimiento académico de los alumnos de la FI de la UAQ.



Figura 3.4 Estructura detalla del proyecto.
Fuente: elaboración propia.

3.4. Obtención de las variables

A continuación, se describe el proceso metodológico a partir del cual se seleccionaron las variables de la investigación. Cabe mencionar, que esta es una de las partes más fuertes de la tesis puesto que tal como se analizó en el estado del arte, el rendimiento académico es un fenómeno multifactorial y hay un gran número de factores que se han integrado en los diversos trabajos internacionales y nacionales. Por tal razón resulto difícil elegir que variables integrar en el modelo. No obstante, después de una revisión profunda y minuciosa de la literatura y de aplicar fundamentos estadísticos se obtuvo un grupo concreto de elementos.

3.4.1. Mapeo de relevancia

Inicialmente se procedió a la selección de artículos académicos, tesis, revistas, etc. que tuvieran una relevancia en la pregunta de investigación de esta tesis y la hipótesis que se contrastó. El número total de artículos consultados fue 80, tanto en inglés como en español y desde el año 2011 hasta la actualidad.

De cada uno de los artículos se extrajo el título, su autor(es), el año de publicación, el método empleado en la investigación de dicho autor(es), el tamaño de muestra y finalmente su variable dependiente e independientes, concentrando dicha información en una matriz en la cual se indicó con un número "1" las variables incluidas en los estudios y que además tuvieron una significancia estadística, con un "0" los factores incluidos en los trabajos pero que no tuvieron una significancia; y por último se representó con un "NI" a las variables independientes que no fueron incluidas en los trabajos de investigación.

En la Tabla 3.1 se muestra la codificación de los métodos empleados por los investigadores para alcanzar su objetivo principal y contrastar sus hipótesis. Se observó una mayor tendencia al uso de correlaciones, ANOVA, regresión múltiple y la prueba de χ^2 . Mientras que los métodos menos usados fueron los focus group, arboles de decisiones y redes neuronales, razones de probabilidad ajustada, análisis multivariable de covarianzas (MANCOVA) y ANCOVA (ver Figura 3.5).

Una de las razones por las cuales posiblemente no fueron tan comunes los métodos multivariable fue debido a la complejidad del fenómeno y por supuesto al gasto en tiempo y dinero que representaba estudiar múltiples variables.

Tabla 3.1 Codificación de los métodos empleados en la revisión del estado del arte.

| Método empleado | Código |
|---|--------|
| Prueba de χ^2 | 1 |
| Correlaciones | 2 |
| Análisis multivariable | 3 |
| Regresión jerárquica | 4 |
| Análisis de regresión múltiple | 5 |
| Focus group | 6 |
| Regresión lineal y ANOVA | 7 |
| Correlaciones y ANOVA | 8 |
| Regresión lineal | 9 |
| Arboles de decisiones y redes neuronales | 10 |
| Meta análisis y revisión sistemática | 11 |
| Análisis conceptual y/o encuestas | 12 |
| Razones de probabilidad ajustadas | 13 |
| Prueba t de Student | 14 |
| MANCOVA | 15 |
| Análisis multivariable de varianza (MANOVA) | 16 |
| Análisis de moderación y/o efectos | 17 |
| MCO | 18 |
| Análisis estadístico descriptivo | 19 |
| ANOVA | 20 |
| ANCOVA | 21 |
| Método no especificado | 22 |

Fuente: elaboración propia.

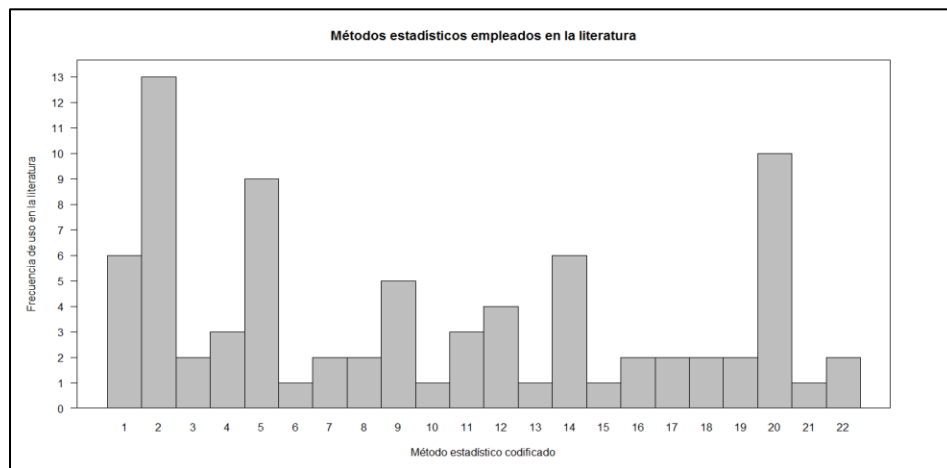


Figura 3.5 Gráfica de barras de la frecuencia de uso de los métodos estadísticos empleados en el estado del arte.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Ahora bien, de la totalidad de los 80 artículos se elaboró un listado de 88 variables que abarcaban dimensiones personales, profesionales, escolares, familiares, sociodemográficas, socioeconómicas, psicosociales (cognitivas y

conductuales) correspondientes al alumno. Al igual que con los métodos estadísticos, a continuación, se muestra la codificación de dichos factores para facilitar su identificación en el mapeo de relevancia a través de la matriz de datos (ver Tabla 3.2, 3.3 y 3.4).

Tabla 3.2 Codificación de las variables estudiadas en la literatura.

| Variable independiente | Código |
|---|---------------|
| Eficiencia académica auto percibida | 1 |
| Organización y atención al estudiar | 2 |
| Estrés y manejo del tiempo | 3 |
| Involucramiento en las actividades escolares | 4 |
| Satisfacción emocional con los académicos | 5 |
| Comunicación con la clase | 6 |
| Genero | 7 |
| Etnicidad | 8 |
| Grado o semestre | 9 |
| Promedio anterior | 10 |
| Ingresos familiares o personales | 11 |
| Mayor escolaridad de los padres | 12 |
| Tener una especialización | 13 |
| Identidad racial | 14 |
| Peso | 15 |
| Actividades computacionales en fin de semana | 16 |
| Videojuegos en fin de semana | 17 |
| Dieta | 18 |
| Hábitos alimenticios | 19 |
| Frecuencia de ingesta de alcohol | 20 |
| Promedio del nivel académico anterior | 21 |
| Integración en su ambiente social | 22 |
| Ambiente académico | 23 |
| Asistencia a conferencias y revisión temprana de temas | 24 |
| Aprender en grupos pequeños | 25 |
| Mapas mentales | 26 |
| Aprendizaje en laboratorio | 27 |
| Aprender de los errores | 28 |
| Gestión de tiempos | 29 |
| Apoyo familiar | 30 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.3 Continuación de la Tabla 3.2-Codificación de las variables estudiadas en la literatura.

| Variable independiente | Código |
|--|---------------|
| Motivación interna | 31 |
| Barreras de lenguaje | 32 |
| Nostalgia y estrés | 33 |
| Tamaño de familia | 34 |
| Estado Civil | 35 |
| Lugar de vivienda | 36 |
| Problemas familiares | 37 |
| Compartir vehículo | 38 |
| Responsabilidad por alguien | 39 |
| Tipo de transporte | 40 |
| Responsabilidad de transportar a alguien más | 41 |
| Gastar tiempo en labores hogareñas | 42 |
| Hobbies | 43 |
| Ver televisión y escuchar música | 44 |
| Tiempo en redes sociales | 45 |
| Tiempo dedicado a actividades extracurriculares | 46 |
| Fumar | 47 |
| Horas de sueño | 48 |
| Dominio del idioma inglés | 49 |
| Hábitos de estudio | 50 |
| Tiempo para estudiar | 51 |
| Actividades sociales durante exámenes | 52 |
| Material de estudio | 53 |
| Inteligencia Emocional | 54 |
| Empoderamiento | 55 |
| Resiliencia y/o procrastinación | 56 |
| Equilibrio espiritual | 57 |
| Edad | 58 |
| Uso de dispositivos móviles en el aula | 59 |
| Tipo de escuela | 60 |
| Apoyo de los amigos | 61 |
| Apoyo de los maestros | 62 |
| Examen de ingreso | 63 |
| Nacionalidad | 64 |
| Ocupación de la madre | 65 |
| Becas | 66 |
| Horas laborales | 67 |
| Carga curricular | 68 |
| Carrera | 69 |
| Comportamiento y características de los maestros | 70 |
| Estilos de aprendizaje | 71 |
| Nivel socioeconómico | 72 |
| Autoestima | 73 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.4 Continuación de la Tabla 3.2 y 3.3-Codificación de las variables estudiadas en la literatura.

| Variable independiente | Código |
|--|---------------|
| Interacción con el profesor | 74 |
| Dominio del contenido de la materia | 75 |
| Hábitos de internet | 76 |
| Expectativas | 77 |
| Carrera anterior o escuela previa | 78 |
| Ocupación previa o actual | 79 |
| Publicación de artículos | 80 |
| Estado de animo | 81 |
| Ocupación del padre | 82 |
| Compromiso | 83 |
| Inteligencias múltiples | 84 |
| Origen | 85 |
| Horario de escuela | 86 |
| Experiencia del profesor | 87 |
| Asistencia | 88 |

Fuente: elaboración propia.

Pese a la gran cantidad de variables encontradas, los autores de los diversos artículos se centraron en un determinado conjunto de factores, que dieran descripción al fenómeno a partir de una dimensión o perfil determinado. En el Anexo A se encuentra la matriz completa de información a partir de la cual se seleccionaron las variables. En la Tabla 3.5 se presenta un fragmento de la tabla para ilustrar el tratamiento que se le dio a la información.

Una vez completada la matriz de datos, se procedió a obtener 4 valores para cada una de las variables:

- ❖ Número de artículos donde se estudió la variable (ne).
- ❖ Número de artículos donde la variable fue significativa (ns).
- ❖ Porcentaje de estudio de la variable (ver Ecuación 3.1)
- ❖ Porcentaje de significancia de la variable (ver Ecuación 3.2)

Tabla 3.5 Fragmento de la matriz de datos para la selección de variables.

| Artículo | Autor(es) | Año | Método empleado | Variable dependiente (Y) | Variable dependiente (Y) | | | |
|--|------------------------------------|------|-----------------|---|--------------------------|----|----|----|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement: Findings from a crosscultural study | (Thorell <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 2 | Rendimiento académico | NI | NI | NI | NI |
| Evoked prior learning experience and approach to learning as predictors of academic achievement | (Trigwell <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 2 | Rendimiento académico | 1 | NI | NI | NI |
| Factores relacionados con el rendimiento académico en alumnos de fisiopatología | (Sanguinetti <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 2 | Rendimiento académico | NI | NI | NI | NI |
| ¿Influyen las características del profesor en el rendimiento académico del estudiante? | (Martí, 2013) | 2013 | 2 | Rendimiento académico | NI | NI | NI | NI |
| Predictors of academic performance and school engagement — Integrating persistence, motivation and study skills perspectives using person-centered and variable-centered approaches. | (Moreira <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 3 | Rendimiento académico | NI | NI | NI | NI |
| Psychosocial Factors Predicting First-Year College Student Success | (Krumrei <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 4 | Puntaje GPA al final del año | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Academic Momentum at University/College: Exploring the Roles of Prior Learning, Life Experience, and Ongoing Performance in Academic Achievement across Time | (Martin <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 4 | Rendimiento académico | NI | NI | NI | NI |
| Understanding the Relationships among Racial Identity, Self-Efficacy, Institutional Integration and Academic Achievement of Black Males Attending Research Universities | (Reid, 2013) | 2013 | 5 | Rendimiento académico | 1 | NI | NI | 1 |
| Weight, socio-demographics, and health behaviour related correlates of academic performance in first year university students | (Deliens <i>et al.</i> , 2013) | 2013 | 5 | Puntaje GPA en el primer año de universidad | NI | NI | NI | NI |
| The Role of Academic Self-Efficacy as a Mediator Variable between Perceived Academic Climate and Academic Performance | (Abd-Elmoteleb y Saha, 2013) | 2013 | 5 | Rendimiento académico | 1 | NI | NI | NI |

Fuente: elaboración propia.

$$Pe = \frac{ne \times 100}{n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3.2 Porcentaje de estudio de la variable.}$$

ne = No. de artículos donde se estudió la variable

n = muestra de artículos (80)

$$Ps = \frac{ns \times 100}{ne} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3.3 Porcentaje de estudio de la variable.}$$

ne = No. de artículos donde se estudió la variable.

ns = No. de artículos donde la variable fue significativa.

Una vez obtenidos los porcentajes se procedió a realizar una tabla de frecuencias acumuladas (ver Tabla 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11) con la finalidad de construir un diagrama de Pareto para el porcentaje de estudio de la variable (ver Figura 3.6) y para el porcentaje de significancia (ver Figura 3.7), con el objetivo de identificar cuáles eran los factores con mayor frecuencia o también denominados factores vitales (Arthur, 2016).

Tabla 3.6 Frecuencias del porcentaje de estudio de las variables de la literatura.

| Variable codificada | Pe(%) | Sumatoria acumulada | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|---------------------|-------|---------------------|------------|----------------------|
| 7 | 46.25 | 46.25 | 0.11 | 0.11 |
| 58 | 21.25 | 67.5 | 0.051 | 0.161 |
| 31 | 16.25 | 83.75 | 0.039 | 0.2 |
| 67 | 15 | 98.75 | 0.036 | 0.236 |
| 11 | 13.75 | 112.5 | 0.033 | 0.269 |
| 1 | 11.25 | 123.75 | 0.027 | 0.296 |
| 12 | 10 | 133.75 | 0.024 | 0.32 |
| 70 | 10 | 143.75 | 0.024 | 0.344 |
| 71 | 10 | 153.75 | 0.024 | 0.368 |
| 8 | 8.75 | 162.5 | 0.021 | 0.389 |
| 9 | 8.75 | 171.25 | 0.021 | 0.41 |
| 51 | 8.75 | 180 | 0.021 | 0.431 |
| 79 | 8.75 | 188.75 | 0.021 | 0.452 |
| 10 | 7.5 | 196.25 | 0.018 | 0.47 |
| 35 | 7.5 | 203.75 | 0.018 | 0.488 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.7 Continuación de la tabla 3.6-Frecuencias del porcentaje de estudio de las variables de la literatura.

| Variable codificada | Pe(%) | Sumatoria acumulada | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|----------------------------|--------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 36 | 7.5 | 211.25 | 0.018 | 0.506 |
| 66 | 7.5 | 218.75 | 0.018 | 0.524 |
| 72 | 7.5 | 226.25 | 0.018 | 0.542 |
| 30 | 6.25 | 232.5 | 0.015 | 0.557 |
| 53 | 6.25 | 238.75 | 0.015 | 0.572 |
| 59 | 6.25 | 245 | 0.015 | 0.587 |
| 64 | 6.25 | 251.25 | 0.015 | 0.602 |
| 78 | 6.25 | 257.5 | 0.015 | 0.617 |
| 88 | 6.25 | 263.75 | 0.015 | 0.632 |
| 2 | 5 | 268.75 | 0.012 | 0.644 |
| 5 | 5 | 273.75 | 0.012 | 0.656 |
| 21 | 5 | 278.75 | 0.012 | 0.668 |
| 23 | 5 | 283.75 | 0.012 | 0.68 |
| 50 | 5 | 288.75 | 0.012 | 0.692 |
| 54 | 5 | 293.75 | 0.012 | 0.704 |
| 60 | 5 | 298.75 | 0.012 | 0.716 |
| 69 | 5 | 303.75 | 0.012 | 0.728 |
| 4 | 3.75 | 307.5 | 0.009 | 0.737 |
| 19 | 3.75 | 311.25 | 0.009 | 0.746 |
| 20 | 3.75 | 315 | 0.009 | 0.755 |
| 34 | 3.75 | 318.75 | 0.009 | 0.764 |
| 37 | 3.75 | 322.5 | 0.009 | 0.773 |
| 39 | 3.75 | 326.25 | 0.009 | 0.782 |
| 46 | 3.75 | 330 | 0.009 | 0.791 |
| 47 | 3.75 | 333.75 | 0.009 | 0.8 |
| 48 | 3.75 | 337.5 | 0.009 | 0.809 |
| 49 | 3.75 | 341.25 | 0.009 | 0.818 |
| 62 | 3.75 | 345 | 0.009 | 0.827 |
| 6 | 2.5 | 347.5 | 0.006 | 0.833 |
| 13 | 2.5 | 350 | 0.006 | 0.839 |
| 25 | 2.5 | 352.5 | 0.006 | 0.845 |
| 26 | 2.5 | 355 | 0.006 | 0.851 |
| 32 | 2.5 | 357.5 | 0.006 | 0.857 |
| 33 | 2.5 | 360 | 0.006 | 0.863 |
| 56 | 2.5 | 362.5 | 0.006 | 0.869 |
| 61 | 2.5 | 365 | 0.006 | 0.875 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.8 Continuación de la tabla 3.6 y 3.7-Frecuencias del porcentaje de estudio de las variables de la literatura.

| Variable codificada | Pe(%) | Sumatoria acumulada | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|----------------------------|--------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 68 | 2.5 | 367.5 | 0.006 | 0.881 |
| 73 | 2.5 | 370 | 0.006 | 0.887 |
| 74 | 2.5 | 372.5 | 0.006 | 0.893 |
| 81 | 2.5 | 375 | 0.006 | 0.899 |
| 82 | 2.5 | 377.5 | 0.006 | 0.905 |
| 87 | 2.5 | 380 | 0.006 | 0.911 |
| 3 | 1.25 | 381.25 | 0.003 | 0.914 |
| 14 | 1.25 | 382.5 | 0.003 | 0.917 |
| 15 | 1.25 | 383.75 | 0.003 | 0.92 |
| 16 | 1.25 | 385 | 0.003 | 0.923 |
| 17 | 1.25 | 386.25 | 0.003 | 0.926 |
| 18 | 1.25 | 387.5 | 0.003 | 0.929 |
| 22 | 1.25 | 388.75 | 0.003 | 0.932 |
| 24 | 1.25 | 390 | 0.003 | 0.935 |
| 27 | 1.25 | 391.25 | 0.003 | 0.938 |
| 28 | 1.25 | 392.5 | 0.003 | 0.941 |
| 29 | 1.25 | 393.75 | 0.003 | 0.944 |
| 38 | 1.25 | 395 | 0.003 | 0.947 |
| 40 | 1.25 | 396.25 | 0.003 | 0.95 |
| 41 | 1.25 | 397.5 | 0.003 | 0.953 |
| 42 | 1.25 | 398.75 | 0.003 | 0.956 |
| 43 | 1.25 | 400 | 0.003 | 0.959 |
| 44 | 1.25 | 401.25 | 0.003 | 0.962 |
| 45 | 1.25 | 402.5 | 0.003 | 0.965 |
| 52 | 1.25 | 403.75 | 0.003 | 0.968 |
| 55 | 1.25 | 405 | 0.003 | 0.971 |
| 57 | 1.25 | 406.25 | 0.003 | 0.974 |
| 63 | 1.25 | 407.5 | 0.003 | 0.977 |
| 65 | 1.25 | 408.75 | 0.003 | 0.98 |
| 75 | 1.25 | 410 | 0.003 | 0.983 |
| 76 | 1.25 | 411.25 | 0.003 | 0.986 |
| 77 | 1.25 | 412.5 | 0.003 | 0.989 |
| 80 | 1.25 | 413.75 | 0.003 | 0.992 |
| 83 | 1.25 | 415 | 0.003 | 0.995 |
| 84 | 1.25 | 416.25 | 0.003 | 0.998 |
| 85 | 1.25 | 417.5 | 0.003 | 1.001 |
| 86 | 1.25 | 418.75 | 0.003 | 1.004 |

Fuente: elaboración propia.

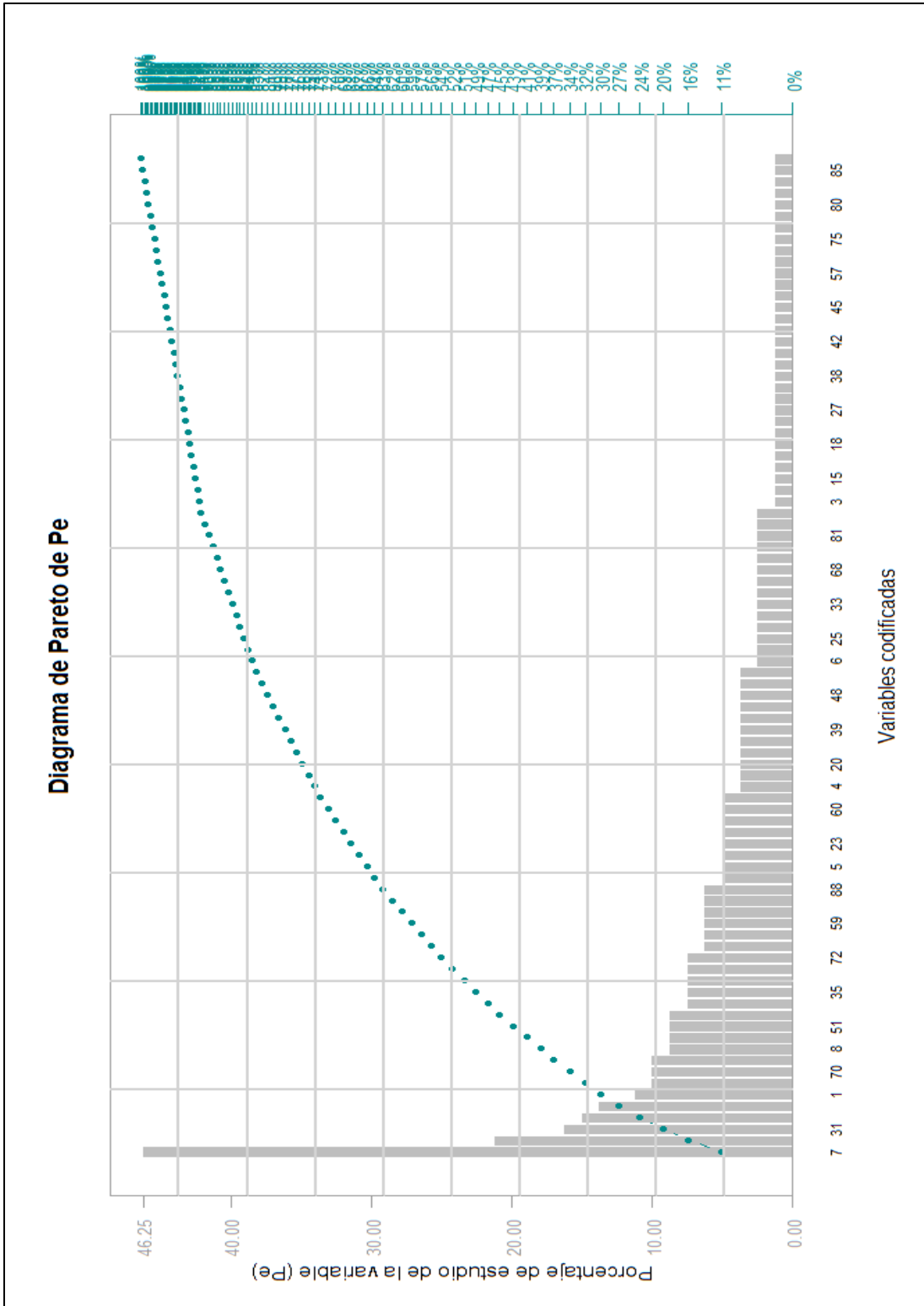


Figura 3.6 Diagrama de Pareto para el porcentaje de estudio de las variables del estado del arte.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Como se puede observar en las tablas de frecuencia y en el diagrama de Pareto, las variables: 7, 58, 31, 67, 11, 1, 12, 70, 71, 8, 9, 51, 79, 10, 35, 36, 66, 72, 30, 53, 59, 64, 78, 88, 2, 5, 21, 23, 50, 54, 60, 69, 4, 19, 20, 34, 37, 39, 46 y 47 fueron los factores con mayor frecuencia de estudio en la literatura cumpliendo con la regla del 80-20 de Pareto (Aziz *et al.*, 2013). A pesar de que el número de variables era grande, se logró hacer una reducción del 54.54% de elementos.

Tabla 3.9 Frecuencias del porcentaje de significancia de las variables de la literatura.

| Variable codificada | Ps(%) | Sumatoria acumulada | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|---------------------|-------|---------------------|------------|----------------------|
| 1 | 100 | 100 | 0.018 | 0.018 |
| 14 | 100 | 200 | 0.018 | 0.036 |
| 18 | 100 | 300 | 0.018 | 0.054 |
| 20 | 100 | 400 | 0.018 | 0.072 |
| 21 | 100 | 500 | 0.018 | 0.09 |
| 22 | 100 | 600 | 0.018 | 0.108 |
| 24 | 100 | 700 | 0.018 | 0.126 |
| 25 | 100 | 800 | 0.018 | 0.144 |
| 26 | 100 | 900 | 0.018 | 0.162 |
| 27 | 100 | 1000 | 0.018 | 0.18 |
| 28 | 100 | 1100 | 0.018 | 0.198 |
| 32 | 100 | 1200 | 0.018 | 0.216 |
| 33 | 100 | 1300 | 0.018 | 0.234 |
| 41 | 100 | 1400 | 0.018 | 0.252 |
| 49 | 100 | 1500 | 0.018 | 0.27 |
| 53 | 100 | 1600 | 0.018 | 0.288 |
| 55 | 100 | 1700 | 0.018 | 0.306 |
| 57 | 100 | 1800 | 0.018 | 0.324 |
| 61 | 100 | 1900 | 0.018 | 0.342 |
| 62 | 100 | 2000 | 0.018 | 0.36 |
| 63 | 100 | 2100 | 0.018 | 0.378 |
| 68 | 100 | 2200 | 0.018 | 0.396 |
| 70 | 100 | 2300 | 0.018 | 0.414 |
| 73 | 100 | 2400 | 0.018 | 0.432 |
| 75 | 100 | 2500 | 0.018 | 0.45 |
| 76 | 100 | 2600 | 0.018 | 0.468 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.10 Continuación de la tabla 3.9-Frecuencias del porcentaje de significancia de las variables de la literatura.

| Variable codificada | Ps(%) | Sumatoria acumulada | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|----------------------------|--------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 77 | 100 | 2700 | 0.018 | 0.486 |
| 80 | 100 | 2800 | 0.018 | 0.504 |
| 81 | 100 | 2900 | 0.018 | 0.522 |
| 83 | 100 | 3000 | 0.018 | 0.54 |
| 86 | 100 | 3100 | 0.018 | 0.558 |
| 88 | 100 | 3200 | 0.018 | 0.576 |
| 31 | 92.30769 | 3292.308 | 0.017 | 0.593 |
| 67 | 91.66667 | 3383.974 | 0.017 | 0.61 |
| 71 | 87.5 | 3471.474 | 0.016 | 0.626 |
| 10 | 83.33333 | 3554.808 | 0.015 | 0.641 |
| 30 | 80 | 3634.808 | 0.015 | 0.656 |
| 59 | 80 | 3714.808 | 0.015 | 0.671 |
| 64 | 80 | 3794.808 | 0.015 | 0.686 |
| 5 | 75 | 3869.808 | 0.014 | 0.7 |
| 23 | 75 | 3944.808 | 0.014 | 0.714 |
| 50 | 75 | 4019.808 | 0.014 | 0.728 |
| 69 | 75 | 4094.808 | 0.014 | 0.742 |
| 4 | 66.66667 | 4161.474 | 0.012 | 0.754 |
| 37 | 66.66667 | 4228.141 | 0.012 | 0.766 |
| 39 | 66.66667 | 4294.808 | 0.012 | 0.778 |
| 46 | 66.66667 | 4361.474 | 0.012 | 0.79 |
| 47 | 66.66667 | 4428.141 | 0.012 | 0.802 |
| 48 | 66.66667 | 4494.808 | 0.012 | 0.814 |
| 7 | 64.86486 | 4559.673 | 0.012 | 0.826 |
| 11 | 63.63636 | 4623.309 | 0.012 | 0.838 |
| 9 | 57.14286 | 4680.452 | 0.01 | 0.848 |
| 51 | 57.14286 | 4737.595 | 0.01 | 0.858 |
| 79 | 57.14286 | 4794.737 | 0.01 | 0.868 |
| 2 | 50 | 4844.737 | 0.009 | 0.877 |
| 6 | 50 | 4894.737 | 0.009 | 0.886 |
| 13 | 50 | 4944.737 | 0.009 | 0.895 |
| 54 | 50 | 4994.737 | 0.009 | 0.904 |
| 56 | 50 | 5044.737 | 0.009 | 0.913 |
| 72 | 50 | 5094.737 | 0.009 | 0.922 |
| 74 | 50 | 5144.737 | 0.009 | 0.931 |
| 82 | 50 | 5194.737 | 0.009 | 0.94 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.11 Continuación de la tabla 3.9 y 3.10-Frecuencias del porcentaje de significancia de las variables de la literatura.

| Variable codificada | Ps(%) | Sumatoria acumulada | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|----------------------------|--------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 87 | 50 | 5244.737 | 0.009 | 0.949 |
| 58 | 47.05882 | 5291.796 | 0.009 | 0.958 |
| 8 | 42.85714 | 5334.653 | 0.008 | 0.966 |
| 12 | 37.5 | 5372.153 | 0.007 | 0.973 |
| 19 | 33.33333 | 5405.487 | 0.006 | 0.979 |
| 35 | 33.33333 | 5438.82 | 0.006 | 0.985 |
| 66 | 33.33333 | 5472.153 | 0.006 | 0.991 |
| 78 | 20 | 5492.153 | 0.004 | 0.995 |
| 36 | 16.66667 | 5508.82 | 0.003 | 0.998 |
| 3 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 15 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 16 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 17 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 29 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 34 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 38 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 40 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 42 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 43 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 44 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 45 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 52 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 60 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 65 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 84 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |
| 85 | 0 | 5508.82 | 0 | 0.998 |

Fuente: elaboración propia.

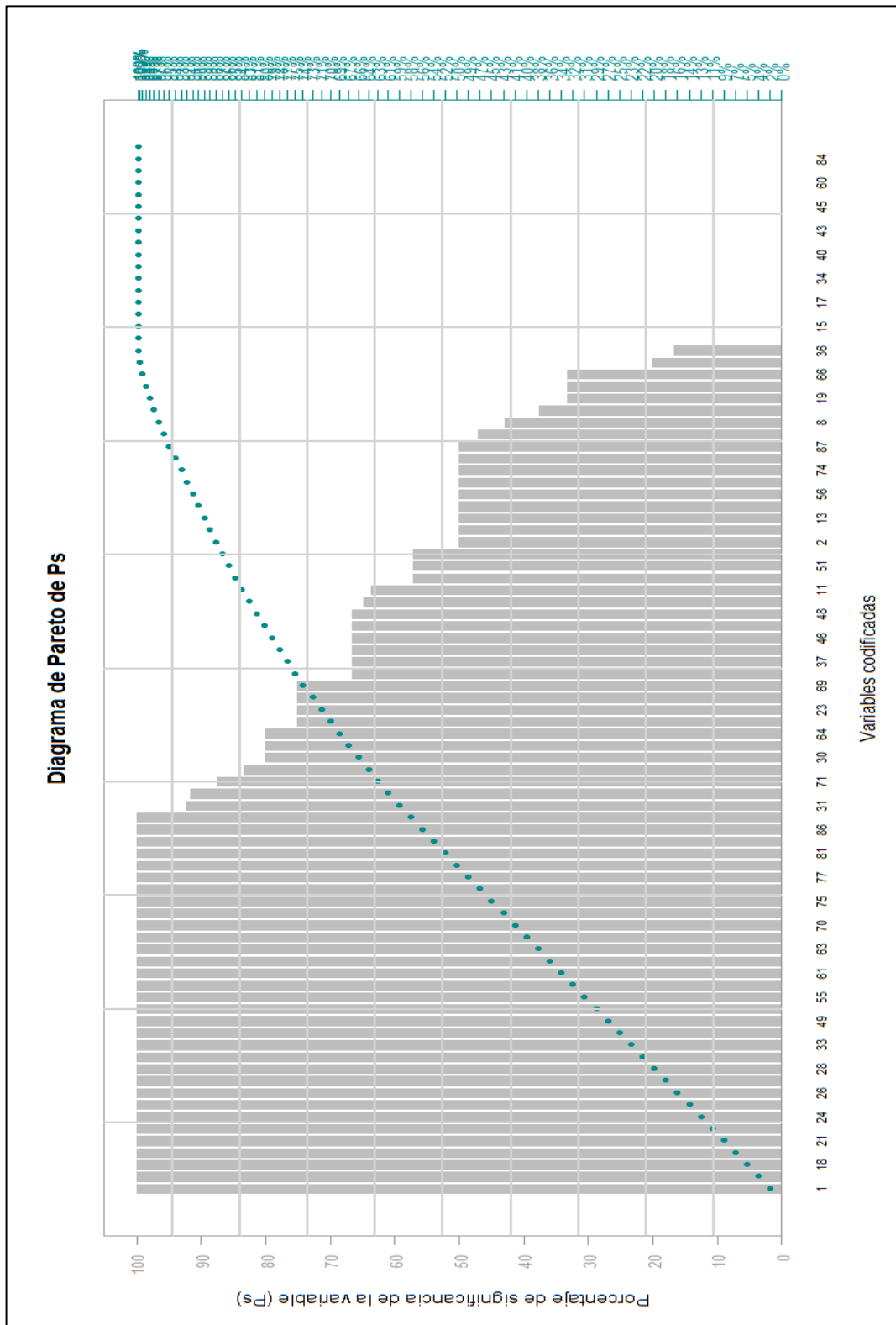


Figura 3.7 Diagrama de Pareto para el porcentaje de significancia de las variables del estado del arte.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

De las Tablas 3.9, 3.10, y 3.11, así como del diagrama de Pareto correspondiente para la significancia de las variables, se puede afirmar que las variables: 1, 14, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 41, 49, 53, 55, 57, 61, 62, 63, 68, 70, 73, 75, 76, 77, 80, 81, 83, 86, 88, 31, 67, 71, 10, 30, 59, 64, 5, 23, 50, 69, 4, 37, 39, 46 y 47 fueron los factores con mayor significancia de acuerdo al número de veces que se han estudiado en la muestra de 80 artículos. El criterio de selección fue a partir de la regla 80-20 de Pareto.

Una vez obtenidos los factores vitales para ambos porcentajes se procedió a agruparlos y a elaborar un diagrama de Venn. Para ello, se decidió homogenizar el tamaño de los grupos en 48 elementos; en el que la intercepción de ambos grupos representó el conjunto de variables que fueron significativas en la literatura y a su vez también representativas del estado del arte. El diagrama de Venn que se presenta a continuación (ver Figura 3.8) tiene las siguientes características:

- ❖ Grupo A: variables frecuentemente estudiadas (21 elementos).
- ❖ Grupo B: variables frecuentemente significativas (21 elementos).
- ❖ Intercepción: variables frecuentemente estudiadas y significativas (27 elementos).

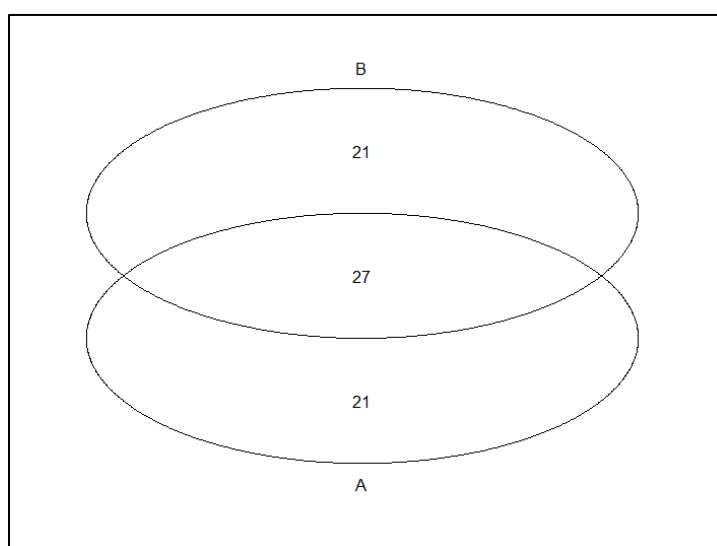


Figura 3.8 Diagrama de Venn de las variables del estado del arte.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

En la siguiente tabla se enlista ambos grupos de variables, así como las variables correspondientes a la intercepción y las cuales fueron nuestro objeto de estudio en esta tesis (ver Tabla 3.12).

Tabla 3.12 Variables correspondientes al diagrama de Venn.

| Grupo A | Grupo B | Grupo A | Grupo B | Intercepción | Nombre de la variable de intercepción |
|---------|---------|---------|---------|--------------|---|
| 7 | 1 | 23 | 80 | 31 | Motivación interna |
| 58 | 14 | 50 | 81 | 67 | Horas laborales |
| 31 | 18 | 54 | 83 | 1 | Eficiencia académica auto percibida |
| 67 | 20 | 60 | 86 | 70 | Comportamiento y características del maestro |
| 11 | 21 | 69 | 88 | 71 | Estilos de aprendizaje |
| 1 | 22 | 4 | 31 | 10 | Promedio anterior |
| 12 | 24 | 19 | 67 | 30 | Apoyo familiar |
| 70 | 25 | 20 | 71 | 53 | Material de estudio |
| 71 | 26 | 34 | 10 | 59 | Uso de dispositivos móviles en el aula |
| 8 | 27 | 37 | 30 | 64 | Nacionalidad |
| 9 | 28 | 39 | 59 | 88 | Asistencia |
| 51 | 32 | 46 | 64 | 5 | Satisfacción emocional con los académicos |
| 79 | 33 | 47 | 5 | 21 | Promedio del nivel académico anterior |
| 10 | 41 | 48 | 23 | 23 | Ambiente académico |
| 35 | 49 | 49 | 50 | 50 | Hábitos de estudio |
| 36 | 53 | 62 | 69 | 69 | Carrera |
| 66 | 55 | 6 | 4 | 4 | Involucramiento en actividades escolares |
| 72 | 57 | 13 | 37 | 20 | Frecuencia de ingesta de alcohol |
| 30 | 61 | 25 | 39 | 37 | Problemas familiares |
| 53 | 62 | 26 | 46 | 39 | Responsabilidad por alguien |
| 59 | 63 | 32 | 47 | 46 | Tiempo dedicado a actividades extracurriculares |
| 64 | 68 | | | 47 | Fumar |
| 78 | 70 | | | 49 | Dominio del idioma inglés |
| 88 | 73 | | | 62 | Apoyo de los maestros |
| 2 | 75 | | | 25 | Aprender en grupos pequeños |
| 5 | 76 | | | 26 | Mapas mentales |
| 21 | 77 | | | 32 | Barreras de lenguaje |

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Clasificación y definición de las variables

Después de realizar el mapeo de relevancia quedaron definidas las 27 variables que se incluyeron en el estudio. No obstante, de este grupo de variables aún se tuvieron consideraciones para agrupar elementos que fueran parecidos y así mismo incluir factores de otras dimensiones con el objetivo de definir el rendimiento académico de manera multidimensional. A continuación, se presenta una tabla en la cual se define el tipo de variable, los niveles que puede tomar, una definición, así como su etiqueta de codificación y la dimensión a la cual pertenece (ver Tabla 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17 y 3.18).

Tabla 3.13 Variables del modelo.

| Variable | Definición | Tipo | Dimensión | Niveles | Código |
|---|--|--|-----------|--|--------|
| (1) Nacionalidad | Condición de pertenencia a un país. | Cualitativa nominal (Dicotómica) | Personal | Mexicano Extranjero | NAC |
| (2) Ingesta de alcohol y/o cigarros | Frecuencia con la que el alumno toma bebidas con alcohol o fuma. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal. | Personal | Muy poco o nada (de 0 a 1 día a la semana) Poco (2 días a la semana) Regular (3 días a la semana) Frecuentemente (4 a 5 días a la semana) Muy a menudo (6 a 7 días a la semana) | IAC |
| (3) Tiempo dedicado a actividades extracurriculares | Número de horas para hacer actividades ajenas al ámbito académico. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Personal | Muy poco o nada (de 0 a 2 horas a la semana) Poco (3 a 4 horas a la semana) Regular (5 a 7 horas a la semana) Frecuentemente (8 a 9 horas a la semana) Muy a menudo (10 o más horas a la semana) | TEX |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.14 Continuación de la tabla 3.13-Variables del modelo.

| Variable | Definición | Tipo | Dimensión | Niveles | Código |
|--|--|---|-----------|--|--------|
| (4) Genero | Conjunto de ideas, creencias y roles teniendo como base la diferencia sexual. | Cualitativa nominal (Dicotómica) | Personal | Masculino | GEN |
| | | | | Femenino | |
| (5) Edad | Tiempo de vida de una persona. | Cuantitativa discreta | Personal | Edad del alumno | EDA |
| (6) Comportamiento y características del maestro | Percepción del alumno sobre el maestro y sus metodologías y desempeño. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Académica | Pésimo (0-4) | MAC |
| | | | | Malo (5-6) | |
| | | | | Regular (7) | |
| | | | | Bueno (8) | |
| | | | | Excelente (9-10) | |
| (7) Promedio anterior | Calificación del semestre o grado inmediato anterior. | Cuantitativa continua-Cualitativa ordinal | Académica | Pésimo (0-4) | PRAN |
| | | | | Malo (5-6) | |
| | | | | Regular (7) | |
| | | | | Bueno (8) | |
| | | | | Excelente (9-10) | |
| (8) Estilos de aprendizaje | Métodos y características pedagógicas que usa el estudiante en una situación de aprendizaje. | Cualitativa nominal | Académica | Kinestésico | ETA |
| | | | | Visual | |
| | | | | Auditivo | |
| | | | | Lector/Escrito | |
| (9) Uso de dispositivos móviles en el aula | Frecuencia con la que el alumno revisa o usa su dispositivo móvil. | Cualitativa ordinal. | Académica | Muy poco o nada (de 0 a 2 veces/clase) | UDM |
| | | | | Poco (3 a 4) | |
| | | | | Regular (5 a 7) | |
| | | | | Frecuentemente (8 a 9) | |
| | | | | Muy a menudo (10 o más) | |
| (10) Asistencia | Frecuencia con la que el alumno asiste a clases. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Académica | Muy poco o nada (0-20%) | ASI |
| | | | | Poco (21-40) | |
| | | | | Regular (41-60) | |
| | | | | Frecuentemente (61-80) | |
| | | | | Muy a menudo (81-100) | |
| (11) Dominio del idioma ingles | Habilidades y conocimientos del idioma inglés medidos a través del puntaje TOEFL. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Académica | A2 (337-459) | DII |
| | | | | B1 (460-542) | |
| | | | | B2 (543-626) | |
| | | | | C1 (627+) | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.15 Continuación de la tabla 3.13 y 3.14-VARIABLES del modelo.

| Variable | Definición | Tipo | Dimensión | Niveles | Código |
|---|---|--|-----------|---|--------|
| (12) Carrera | Programa de licenciatura o posgrado en el cual se encuentra matriculado el estudiante. | Cualitativa nominal | Académica | Programas educativos ofertados en la FI de la UAQ (35 niveles). | CAR |
| (13) Apoyo de los maestros | Ayuda por parte del docente a resolver dudas del estudiante o a atender problemas particulares. | Cualitativa discreta-Cuantitativa ordinal | Académica | Pésimo (0-4) | APM |
| | | | | Malo (5-6) | |
| | | | | Regular (7) | |
| | | | | Bueno (8) | |
| | | | | Excelente (9-10) | |
| (14) Involucramiento en actividades escolares | Frecuencia con la que al alumno intervienen en actividades de la universidad. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal. | Académica | Muy poco o nada (de 0 a 2 veces al semestre) | IAE |
| | | | | Poco (3 a 4 veces al semestre) | |
| | | | | Regular (5 a 7 veces al semestre) | |
| | | | | Frecuentemente (8 a 9 veces al semestre) | |
| | | | | Muy a menudo (10 o más veces al semestre) | |
| (15) Ambiente académico | Percepción del alumno sobre cómo se vive el día a día en su programa educativo. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Académica | Pésimo (0-4) | AMA |
| | | | | Malo (5-6) | |
| | | | | Regular (7) | |
| | | | | Bueno (8) | |
| | | | | Excelente (9-10) | |
| (16) Aprender en grupos | Frecuencia con la que el alumno trabaja en equipo. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Académica | Muy poco o nada (de 0 a 2 veces a la semana) | APG |
| | | | | Poco (3 a 4 veces a la semana) | |
| | | | | Regular (5 a 7 veces a la semana) | |
| | | | | Frecuentemente (8 a 9 veces a la semana) | |
| | | | | Muy a menudo (10 o más veces a la semana) | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.16 Continuación de la tabla 3.13, 3.14 y 3.15-VARIABLES del modelo.

| Variable | Definición | Tipo | Dimensión | Niveles | Código |
|--|---|--|-------------|-------------------------|--------|
| (17) Responsabilidad por alguien | Condición en la cual el alumno es responsable de alguien de su familia o algún hijo y/o esposa. | Cualitativa nominal (dicotómica) | Familiar | Si | REA |
| | | | | No | |
| (18) Problemas familiares | Condición en la cual el alumno presenta problemas con su familia nuclear o su propia familia. | Cualitativa nominal (dicotómica) | Familiar | Si | PRF |
| | | | | No | |
| (19) Apoyo familiar | Condición en la cual el alumno presenta apoyo económico, moral o de alguna otra índole por parte de su familia. | Cualitativa nominal (dicotómica) | Familiar | Si | APF |
| | | | | No | |
| (20) Motivación interna | Grado de motivación que siente el estudiante por culminar su carrera de licenciatura y posgrado. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Psicosocial | Pésima (0-4) | MOI |
| | | | | Mala (5-6) | |
| | | | | Regular (7) | |
| | | | | Buena (8) | |
| | | | | Excelente (9-10) | |
| (21) Eficiencia académica auto percibida | Valor en calificación del rendimiento auto percibido del alumno. | Cuantitativa discreta-Cualitativa ordinal | Psicosocial | Pésimo (0-4) | EAP |
| | | | | Malo (5-6) | |
| | | | | Regular (7) | |
| | | | | Bueno (8) | |
| | | | | Excelente (9-10) | |
| (22) Condición laboral | Estado en el que se reconoce si el alumno está trabajando y estudiando o únicamente estudiando. | Cualitativa nominal (dicotómica) | Profesional | Trabajando y estudiando | COL |
| | | | | Estudiando | |
| (23) Experiencia laboral | Condición en la cual se reconoce si el alumno tiene experiencia previa en el ámbito de trabajo. | Cuantitativa discreta-Cualitativa nominal (dicotómica) | Profesional | Si | EXL |
| | | | | No | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.17 Continuación de la tabla 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16-VARIABLES DEL MODELO.

| Variable | Definición | Tipo | Dimensión | Niveles | Código |
|---|--|---|----------------|------------------------------|--------|
| (24) Nivel socioeconómico | Indicador a base del estatus socioeconómico de la familia o del individuo. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | A/B (205 o más) | NST |
| | | | | C+ (166-204) | |
| | | | | C (136-165) | |
| | | | | C- (112-135) | |
| | | | | D+ (90-111) | |
| | | | | D (48-89) | |
| E (0-47) | | | | | |
| (24.1) Escolaridad máxima del jefe de familia | Último año de estudios aprobado por el jefe de familia. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | Sin instrucción (0) | NS1 |
| | | | | Preescolar (0) | |
| | | | | Primaria incompleta (10) | |
| | | | | Primaria completa (22) | |
| | | | | Secundaria incompleta (23) | |
| | | | | Secundaria completa (31) | |
| | | | | Preparatoria incompleta (35) | |
| | | | | Preparatoria completa (43) | |
| | | | | Licenciatura incompleta (59) | |
| | | | | Licenciatura completa (73) | |
| | | | | Posgrado (101) | |
| (24.2) Baños completos | Baños completos con regaderas y W.C. en la vivienda. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | 0 (0) | NS2 |
| | | | | 1 (24) | |
| | | | | 2 o más (47) | |
| (24.3) Automóviles en el hogar | Cantidad de automóviles o camionetas en el hogar. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | 0 (0) | NS3 |
| | | | | 1 (18) | |
| | | | | 2 o más (37) | |
| (24.4) Internet | Conexión a internet. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | No tiene (0) | NS4 |
| | | | | Sí tiene (31) | |
| (24.5) Personas trabajando | Personas mayores de 14 años trabajando en el último mes. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | 0 (0) | NS5 |
| | | | | 1 (15) | |
| | | | | 2 (31) | |
| | | | | 3 (46) | |
| | | | | 4 o más (61) | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.18 Continuación de la tabla 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17-VARIABLES DEL MODELO.

| Variable | Definición | Tipo | Dimensión | Niveles | Código |
|------------------------------|---|---|------------------|---|--------|
| (24.6) Número de dormitorios | Número de cuartos usados para dormir. | Cuantitativa discreta- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | 0 (0) 1 (6) 2 (12) 3 (17) 4 o más (23) | NS6 |
| (25) Ingresos familiares | Ingresos mensuales en pesos mexicanos | Cuantitativa continua- Cualitativa ordinal | Socioeconómico | Muy bajos (0-1999) Bajos (2000-3999) Normal (4000-5999) Altos (6000-9999) Muy altos (10000 o más) | INF |
| (26) Zona de vivienda actual | Lugar de residencia actual, propio o rentado. | Cualitativa ordinal | Sociodemográfica | Código postal | ZVA |

Fuente: elaboración propia.

3.5. Mediciones

3.5.1. Instrumentos de medición

Las variables del modelo fueron obtenidas a través de la aplicación de una encuesta en línea basada en los formularios de google (ver Figura 3.9). La encuesta fue distribuida a través de las redes sociales de la FI de la UAQ, así como por medio de los coordinadores y directivos de la escuela; fue una encuesta diseñada para obtener parámetros medibles que pueden ser traducidos a variables cualitativas para la realización de los diversos análisis estadísticos.

Dentro de la encuesta de google hay dos test validados para obtener el nivel socioeconómico y el estilo de aprendizaje respectivamente. El estilo de aprendizaje es obtenido mediante un enlace a la página www.vark-learn.com en el cual se encuentra el cuestionario VARK que agrupa dicha variable en cuatro grupos: Verbal, Auditivo, Lector/Escrito y Kinestésico (Stirling y Alquraini, 2017). Y, por otra parte, el nivel socioeconómico fue adquirido a través del cuestionario del índice de

Niveles Socioeconómicos (NSE) de la Asociación Mexicana de agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI, 2018).

Edad (años):
Elegir ▾

Genero:
 Masculino
 Femenino

Nacionalidad:
 Mexicano
 Extranjero

¿Especifica el número de días a la semana en los que ingieres alcohol y/o tabaco?

0 1 2 3 4 5 6 7

Ningún día a la semana 7 días a la semana

¿Especifica el número de horas a la semana que dedicas a hacer actividades extracurriculares?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 horas a la semana 10 horas o más a la semana

Figura 3.9 Formulario en línea para la recolección de información.
Fuente: elaboración propia en www.docs.google.com (2018).

3.5.2. Frecuencia de adquisición de datos

La información fue adquirida a finales del primer periodo escolar del año 2018. Los estudiantes fueron invitados a contestar la encuesta durante junio y julio de 2018 durante las últimas semanas de clases de los planes semestrales y a la mitad de los programas cuatrimestrales.

3.5.3. Encabezado de consentimiento informado en la encuesta en línea

Cuando se obtiene información de seres humanos es necesario realizar una declaración de privacidad de información. La declaración y las especificaciones de privacidad fueron incluidas en el encabezado de la encuesta validando el consentimiento a través de una casilla de confirmación (ver Figura 3.10).

Estimado participante:

Mi nombre es Edwin Geovanny Vergara Ayala, soy estudiante de la maestría en Ingeniería de Calidad y Productividad, actualmente me encuentro desarrollando la tesis titulada "Caracterización del rendimiento académico mediante perfiles descriptivos de alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro", el objetivo de dicho proyecto es caracterizar el aprovechamiento de los estudiantes como variable dependiente de un perfil de identidad, profesional, escolar, familiar, sociodemográfico, socioeconómico, cognitivo y conductual correspondiente al alumno durante el periodo de agosto 2017 a agosto 2018 con la finalidad de identificar los principales factores de variación que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello estamos invitando a los alumnos a participar contestando el presente cuestionario.

Si tu estás de acuerdo en participar, eres invitado a responder la presente encuesta El tiempo aproximado para concluir la encuesta es de 15-20 minutos. Tu participación en este estudio es completamente voluntaria, no hay riesgo alguno en tu colaboración.

Sin embargo, si te sientes incómodo al responder cualquier pregunta, puedes retirarte de la encuesta en cualquier momento. Es muy importante que aprendamos de tu opinión. Las respuestas de la encuesta serán estrictamente confidenciales y los datos de esta investigación solo serán reportados en artículos académicos, ponencias y la elaboración de la tesis con fines de investigación.

Tu información será codificada a través de los algoritmos implementados en los formularios de Google y permanecerá confidencial. La información se reportará de manera general, es decir, no se te solicitara algún dato que te pudiera identificar. Todos los datos serán registrados directamente en una base de datos, y únicamente los investigadores responsables podrán tener acceso a los mismos mediante claves de seguridad en los archivos de Excel. Si tienes alguna pregunta sobre la encuesta o los procedimientos, puedes ponerte en contacto con el Ing. Edwin Geovanny Vergara Ayala en 7712204933 o por correo electrónico en la dirección eg.vergara28@gmail.com.

Si estás de acuerdo en participar en el estudio, por favor haga click en la casilla de verificación "Sí estoy de acuerdo en participar"

Muchas gracias por tu tiempo y apoyo.

***Obligatorio**

Consentimiento informado *

Si estoy de acuerdo en participar

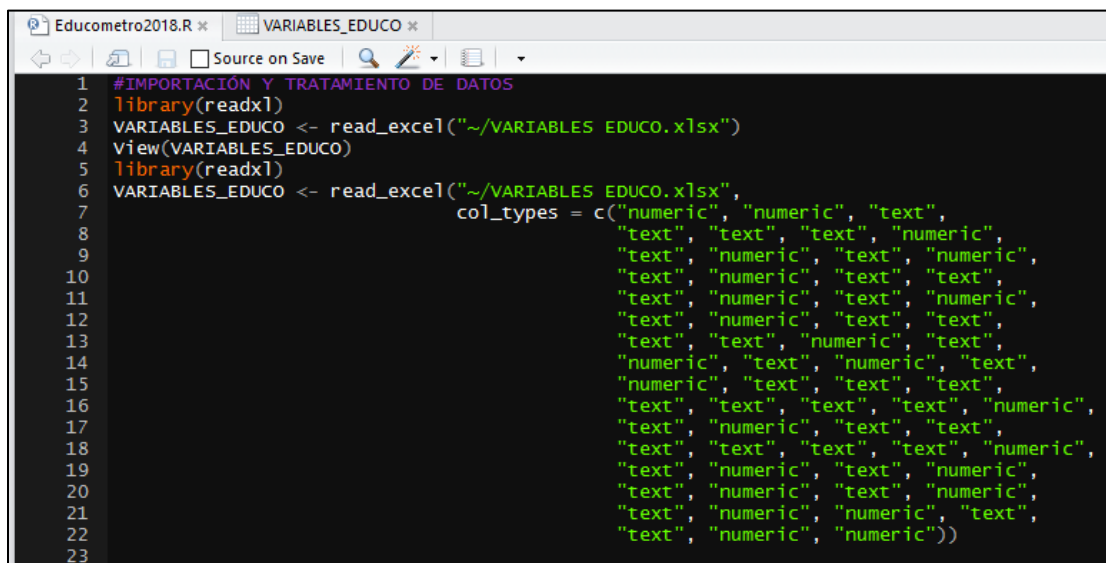
Figura 3.10 Encabezado de consentimiento informado.
Fuente: elaboración propia en www.docs.google.com (2018).

3.6. Análisis estadístico descriptivo

Cada una de las variables del modelo fueron sometidas a un análisis descriptivo. A continuación, se muestra la metodología y los parámetros para cada uno de los análisis.

3.6.1. Importación y tratamiento de datos

El número de participante registrados en la encuesta en línea: “Caracterización del rendimiento académico mediante perfiles descriptivos de alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro” fue de 105 alumnos. Los datos fueron descargados en formato .csv el cual corresponde a una hoja de datos de Excel para posteriormente ser importados a RStudio (ver Figura 3.11).



```
1 #IMPORTACIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS
2 library(readxl)
3 VARIABLES_EDUCO <- read_excel("~/VARIABLES_EDUCO.xlsx")
4 View(VARIABLES_EDUCO)
5 library(readxl)
6 VARIABLES_EDUCO <- read_excel("~/VARIABLES_EDUCO.xlsx",
7                               col_types = c("numeric", "numeric", "text",
8                                             "text", "text", "text", "numeric",
9                                             "text", "numeric", "text", "numeric",
10                                            "text", "numeric", "text", "text",
11                                            "text", "numeric", "text", "numeric",
12                                            "text", "text", "numeric", "text",
13                                            "numeric", "text", "numeric", "text",
14                                            "numeric", "text", "text", "text",
15                                            "text", "text", "text", "text", "numeric",
16                                            "text", "numeric", "text", "text",
17                                            "text", "text", "text", "text", "numeric",
18                                            "text", "numeric", "text", "numeric",
19                                            "text", "numeric", "text", "numeric",
20                                            "text", "numeric", "text", "text",
21                                            "text", "numeric", "numeric", "text",
22                                            "text", "numeric", "numeric"))
23
```

Figura 3.11 Importación de los datos en RStudio.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

3.6.2. Resumen estadístico descriptivo

El resumen estadístico de las 22 variables independientes cuantitativas y la variable dependiente fue obtenido haciendo uso del código `summary(VARIABLES_EDUCO)`.

3.6.3. Tablas de frecuencia

Para cada una de las variables se elaboró una tabla de frecuencias en base a los valores numéricos o categorías en las cuales se agruparon los valores de cada factor. Las tablas de frecuencia fueron obtenidas mediante la instrucción `table(VARIABLES_EDUCO$variables independientes)`.

3.6.4. Medidas de tendencia central y dispersión

De cada una de las 22 variables cuantitativas se obtuvo desviación estándar, varianza, su media y mediana, estas últimas dos previamente obtenidas en el resumen estadístico.

La desviación estándar y la varianza de las variables fue obtenida en RStudio mediante `sd()` y `var()`.

3.6.5. Diagramas y gráficos

Se construyeron diagramas de tallos y hojas, histogramas y diagramas de caja para cada una de las variables.

Los diagramas de tallos y hojas para las 22 variables cuantitativas fueron obtenidos en RStudio con el código: `stem()` (ver Figura 3.12).

```
144 stem(VARIABLES_EDUCO$EDA) #1
145 stem(VARIABLES_EDUCO$IACNC) #2
146 stem(VARIABLES_EDUCO$TEXNC) #3
147 stem(VARIABLES_EDUCO$MACNC) #4
148 stem(VARIABLES_EDUCO$PRANNC) #5
149 stem(VARIABLES_EDUCO$UDMNC) #6
150 stem(VARIABLES_EDUCO$ASINC) #7
151 stem(VARIABLES_EDUCO$DIINC) #8
152 stem(VARIABLES_EDUCO$APMNC) #9
153 stem(VARIABLES_EDUCO$IAENC) #10
154 stem(VARIABLES_EDUCO$AMANC) #11
155 stem(VARIABLES_EDUCO$APGNC) #12
156 stem(VARIABLES_EDUCO$MOINC) #13
157 stem(VARIABLES_EDUCO$EAPNC) #14
158 stem(VARIABLES_EDUCO$NS1) #15.1
159 stem(VARIABLES_EDUCO$NS2) #15.2
160 stem(VARIABLES_EDUCO$NS3) #15.3
161 stem(VARIABLES_EDUCO$NS4) #15.4
162 stem(VARIABLES_EDUCO$NS5) #15.5
163 stem(VARIABLES_EDUCO$NS6) #15.6
164 stem(VARIABLES_EDUCO$NSTNC) #15
165 stem(VARIABLES_EDUCO$INF) #16
```

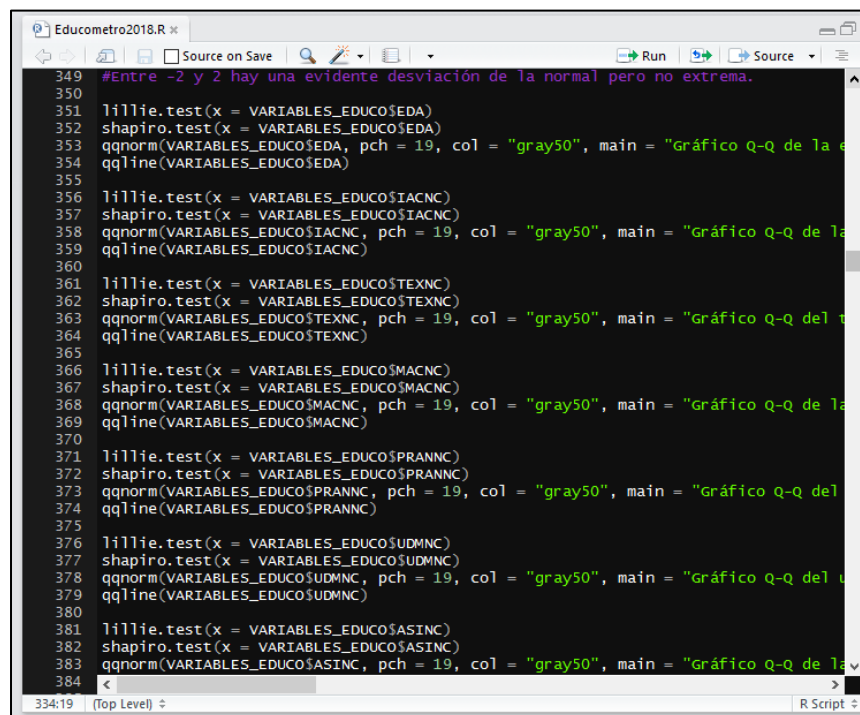
Figura 3.12 Instrucciones para la obtención de diagramas de tallos y hojas en RStudio.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Los histogramas de las 22 variables cuantitativas fueron creados en RStudio con el comando *hist()*. Mientras que para la obtención de las gráficas de barras de las 32 variables se usó el comando *barplot()*.

Los diagramas de cajas resultaron útiles para visualizar la tendencia de los datos y la cantidad de datos atípicos de las 22 variables cuantitativas. La instrucción para obtener los diagramas en RStudio fue *boxplot()*.

3.6.6. Pruebas de normalidad

Para verificar la normalidad se hizo uso de la librería *nortest* en RStudio la cual nos permitió llevar a cabo la prueba *lillie.test* y la prueba *Shapiro.test* (ver Figura 3.13).

The image shows a screenshot of the RStudio console window. The title bar reads 'Educometro2018.R *'. The console contains R code for performing normality tests on 11 variables. The code is as follows:

```
349 #Entre -2 y 2 hay una evidente desviación de la normal pero no extrema.
350
351 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$EDA)
352 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$EDA)
353 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$EDA, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q de la e
354 qqline(VARIABLES_EDUCO$EDA)
355
356 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$IACNC)
357 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$IACNC)
358 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$IACNC, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q de la
359 qqline(VARIABLES_EDUCO$IACNC)
360
361 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$TEXNC)
362 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$TEXNC)
363 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$TEXNC, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q del t
364 qqline(VARIABLES_EDUCO$TEXNC)
365
366 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$MACNC)
367 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$MACNC)
368 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$MACNC, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q de la
369 qqline(VARIABLES_EDUCO$MACNC)
370
371 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$PRANNC)
372 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$PRANNC)
373 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$PRANNC, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q del
374 qqline(VARIABLES_EDUCO$PRANNC)
375
376 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$UDMNC)
377 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$UDMNC)
378 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$UDMNC, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q del u
379 qqline(VARIABLES_EDUCO$UDMNC)
380
381 lillie.test(x = VARIABLES_EDUCO$ASINC)
382 shapiro.test(x = VARIABLES_EDUCO$ASINC)
383 qqnorm(VARIABLES_EDUCO$ASINC, pch = 19, col = "gray50", main = "Gráfico Q-Q de la
384
```

Figura 3.13 Instrucciones para la obtención de la normalidad en RStudio.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

La prueba Lilliefors también es conocida como Kolmogorov-Smirnov y asume que la media y la varianza son desconocidas, estando especialmente desarrollada para contrastar la normalidad; por otro lado, la prueba Shapiro-Wilk se

emplea para contrastar normalidad cuando el tamaño de la muestra es menor de 5000. Las hipótesis para ambas pruebas son las siguientes:

H_0 : la muestra proviene de una distribución normal.

H_1 : la muestra no proviene de una distribución normal.

Si el p-value < 0.05 se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 ; si el p-value es ≥ 0.05 se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 .

3.7. Análisis estadístico inferencial

Una vez culminado el análisis descriptivo comenzó la fase de análisis inferencial a través de la cual se contrastó la hipótesis planteada para la investigación.

3.7.1. Regresión lineal múltiple

Con la finalidad de poder realizar una regresión múltiple en RStudio se utilizó la librería *dplyr* y se crearon 2 *data.frames* diferentes:

- ❖ **datoscuarm**: fue un *data.frame* con una variable de salida y 22 variables independientes, de las cuales las 22 fueron del tipo cuantitativo.
- ❖ **datosrmcl**: fue un *data.frame* con una variable dependiente y 32 variables independientes, de las cuales las 32 variables fueron tratadas como factores del tipo cualitativo.

Una prueba de correlaciones fue hecha a todo el conjunto de variables cuantitativas para determinar el grado con el cual los factores del modelo tienden a cambiar de manera conjunta. Se analizaron la correlación entre las variables del grupo *datoscuarm* (ver Figura 3.14).

```

569 correlacion<-data.frame(round(cor(x=datoscuarm,method="pearson"),3))
570 view(correlacion)
571 install.packages("writexl")
572 library(writexl)
573 write_xlsx(correlacion,path = tempfile(fileext=".xlsx"),col_names = T)
574
575 library(psych)
576 par(mar=c(1,1,1,1))
577 multi.hist(x = datoscuarm, dcol = c("blue", "red"), dltty = c("dotted", "solid")
578           main = "")
579 library(ggally)
580 ggpairs(datoscuarm, lower = list(continuous = "smooth"),
581         diag = list(continuous = "bar"), axisLabels = "none")
582
583 par(mar=c(5.1,4.1,4.1,2.1))
584

```

Figura 3.14 Instrucciones para la obtención de correlaciones en RStudio.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Finalizado el análisis de correlaciones se procedió a generar los modelos matemáticos a contrastar. En primer lugar, se generó el modelo cuantitativo, en el que cabe resaltar que las variables que contuvieron al final las letras “NC” se trataron de las mismas variables definidas en la sección 3.4.2 pero sin ser codificadas o clasificadas en niveles.

Un segundo modelo fue construido dándole a todas las variables la calidad de factores cualitativos. Al igual que en el anterior modelo, se inició con una ecuación que incluyera todos los elementos

Con la finalidad de explotar todos los recursos que ofrece RStudio, se procedió a hacer un tercer y cuarto modelo de tipo cuantitativo y cualitativo a través de un algoritmo a pasos que seleccionó los mejores predictores mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC), dicho criterio tiene en cuenta tanto el ajuste del modelo como su complejidad.

Para los modelos obtenidos se hizo la validación de las condiciones de regresión múltiple, evaluando en primer lugar la linealidad de los residuos, la normalidad de los residuos y la heterocedasticidad.

Para evaluar la normalidad de los residuos se utilizó la prueba Shapiro-wilk y para la presencia de heterocedasticidad la prueba Breusch-Pagan, en la cual si el

p-value es menor a 0.05, podemos rechazar la hipótesis nula de que la varianza de los residuos es constante e inferir que la heterocedasticidad está realmente presente. Dentro del programa RStudio fue necesario usar la librería *lmtest*.

La correlación en los modelos fue evaluada a través de la instrucción *corrplot()* la cual genero un gráfico para cada modelo en el cual se pudo observar la correlación existente entre los predictores incluidos. La matriz de correlaciones no se pudo obtener para el segundo y cuarto modelo ya que contienen variables cuantitativas.

3.7.2. Análisis de covarianzas

Finalmente, una forma de corroborar los resultados expuestos en la regresión múltiple y en los ANOVA fue la realización del ANCOVA con el objetivo de lograr eliminar algún error sistemático que pudiera sesgar los resultados de la investigación y para poder tener contempladas las diferencias en las muestras debido a los factores característicos de los estudiantes (Beukelman y Brunner, 2016).

3.7.3. Análisis de componentes principales

Para realizar componentes principales fue necesario usar un *data.frame* que constó de 105 observaciones y 22 variables cuantitativas; las variables incluidas en el *data.frame* fueron: EDA, IAC, TEX, MAC, PRAN, UDM, ASI, DII, APM, IAE, AMA, APG, MOI, EAP, NS1, NS2, NS3, NS4, NS5, NS6, NST, INF (ver Figura 3.15).

Se procedió a obtener la matriz de covarianzas y correlaciones, para posteriormente obtener los componentes principales mediante el uso de la instrucción *prcomp()*. Por defecto esta función centra las variables de tal forma que tengan una media cero, es por ello que posteriormente se realizó el análisis de componentes principales con escalas iguales, es decir, media igual a 0 y desviación estándar igual a 1.

```

> names(datoscuarnm [,-23])
[1] "EDA"      "IACNC"    "TEXNC"    "MACNC"    "PRANNC"   "UDMNC"    "ASINC"    "DIINC"    "APMNC"
[10] "IAENC"    "AMANC"    "APGNC"    "MOINC"    "EAPNC"    "NS1"      "NS2"      "NS3"      "NS4"
[19] "NS5"      "NS6"      "NSTNC"    "INF"

> str(datoscuarnm [,-23])
'data.frame':   105 obs. of  22 variables:
 $ EDA      : num  25 21 21 20 23 20 20 21 22 20 ...
 $ IACNC    : num  1 1 3 0 0 0 0 1 5 3 ...
 $ TEXNC    : num  8 0 4 2 6 4 7 5 0 4 ...
 $ MACNC    : num  8 8 7 8 7 8 5 2 8 8 ...
 $ PRANNC   : num  9.38 9.5 9.6 8.8 9.8 9 9.9 9.3 7.4 8.9 ...
 $ UDMNC    : num  4 5 10 3 5 3 2 6 2 2 ...
 $ ASINC    : num  100 95 90 100 98 99 95 80 95 90 ...
 $ DIINC    : num  535 470 460 460 620 570 500 640 550 510 ...
 $ APMNC    : num  9 9 4 10 8 8 6 1 10 9 ...
 $ IAENC    : num  3 8 9 2 7 8 3 3 5 1 ...
 $ AMANC    : num  10 9 5 9 7 7 7 8 10 8 ...
 $ APGNC    : num  1 2 5 6 7 4 8 4 5 5 ...
 $ MOINC    : num  8 9 4 9 8 10 8 5 10 9 ...
 $ EAPNC    : num  8 8 7 8 8 8 8 5 7 9 ...
 $ NS1      : num  101 73 43 43 101 73 59 31 73 101 ...
 $ NS2      : num  47 47 24 24 47 47 47 24 24 47 ...
 $ NS3      : num  37 37 37 0 37 37 18 37 18 37 ...
 $ NS4      : num  31 31 31 31 31 31 31 31 31 31 ...
 $ NS5      : num  15 15 46 0 15 31 31 31 31 46 ...
 $ NS6      : num  12 17 23 17 17 17 17 23 17 17 ...
 $ NSTNC    : num  243 220 204 115 248 236 203 177 194 279 ...
 $ INF      : num  11200 10000 4000 3000 11500 1000 3500 3600 600 2000 ...

```

Figura 3.15 Matriz de datos usada para el análisis de componentes principales en RStudio.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

3.8. Diseño de experimentos

La principal variable de respuesta fue el rendimiento académico, medido a partir del promedio semestral o cuatrimestral del alumno, los factores del diseño se determinaron de acuerdo a los análisis de regresión múltiple y a los análisis de covarianza y correlación. Por su parte, los niveles de cada factor fueron especificados en la sección 3.4.2.

En primer lugar, se hizo uso de las librerías *DOE.base*, *effects* y *Rmisc* en RStudio; debido a que el experimento se dio de forma natural se procedió inmediatamente a hacer el análisis dejando de lado la aleatorización y usando los niveles correspondientes para cada uno de los 5 modelos. Este diseño fue elaborado a través de agrupar las muestras de acuerdo a las características deseadas y a los tratamientos específicos (White y Sabarwal, 2014).

3.9. Elaboración del software para la predicción del rendimiento académico

Si bien la propuesta final de un modelo del rendimiento académico constituyó un punto clave en nuestra investigación, fue importante hacer algo con la

información, experiencia y conocimiento que se recabó a lo largo del trabajo. Es por ello que se planteó el objetivo específico de diseñar un instrumento de medición de los factores que describen y caracterizan a los elementos del proceso.

El software tuvo como finalidad brindarle al maestro la información necesaria de las diversas variables que influyen en el rendimiento académico del alumno, para que pueda realizar una evaluación de la situación, un monitoreo constante y llevar a cabo la toma de decisiones en base a los resultados brindados por el instrumento.

Para su elaboración se usó el modelo espiral (ver Figura 3.16), el cual fue planteado por Boehm (Wazlawick, 2013) y es utilizado generalmente en la ingeniería de software para el desarrollo de proyectos. El desarrollo del diseño se llevó a cabo en App Inventor dado que los programas creados ahí son de licencia libre.

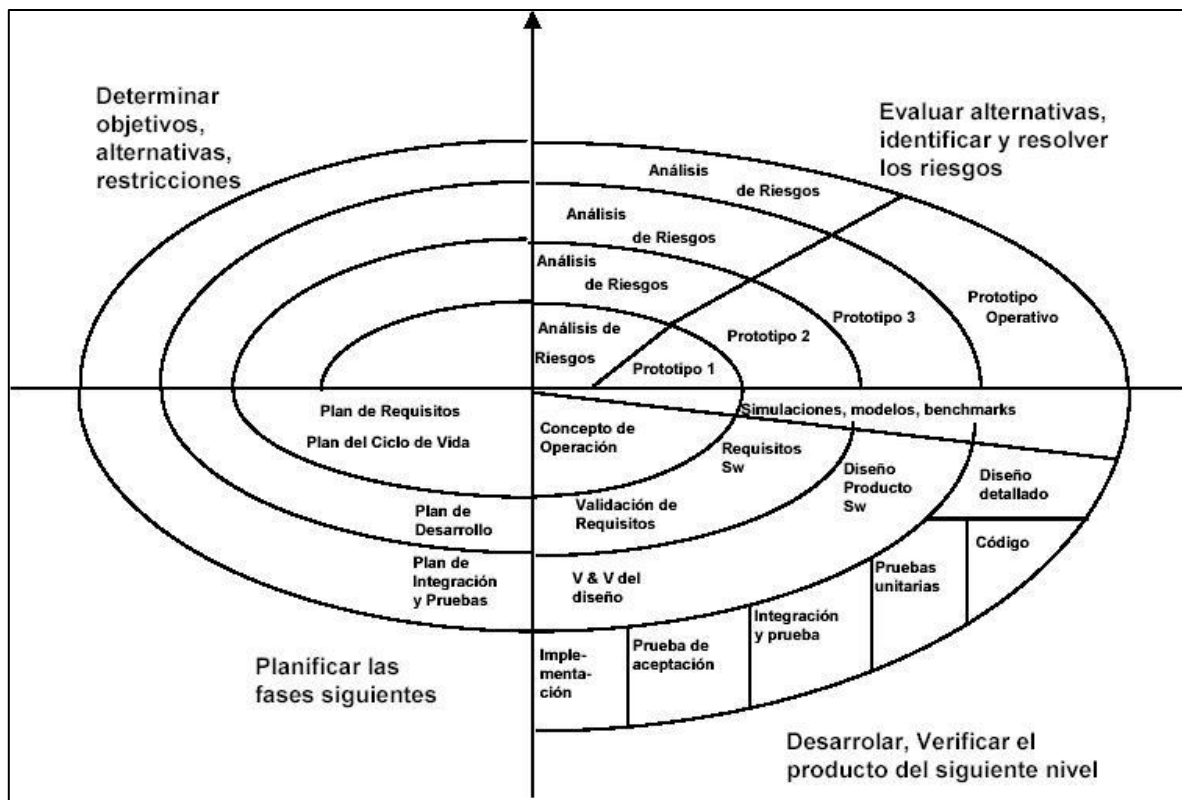


Figura 3.16 Modelo espiral para el desarrollo de proyectos.

Fuente: www.ingeniumetsomnia.blogspot.mx (2018).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resumen estadístico (ver Tabla 4.1) mostró que el rango de edad de los estudiantes de la FI estuvo entre los 18 y 43 años con una media de 23.74 años; el consumo de alcohol o nicotina tuvo un promedio de 1.314 días a la semana. Los alumnos gastaban alrededor de 4.705 horas a la semana en actividades extracurriculares.

Tabla 4.1 Resumen estadístico de las variables cuantitativas y de la variable dependiente.

| | | | | | | | |
|--------|----------------|--------|----------------|-------|----------------|----------|----------------|
| Sample | Min. : 1 | TEXNC | Min. : 0.000 | UDMNC | Min. : 0.000 | APMNC | Min. : 1.000 |
| Sample | 1st Qu.: 27 | TEXNC | 1st Qu.: 2.000 | UDMNC | 1st Qu.: 2.000 | APMNC | 1st Qu.: 7.000 |
| Sample | Median : 53 | TEXNC | Median : 5.000 | UDMNC | Median : 3.000 | APMNC | Median : 8.000 |
| Sample | Mean : 53 | TEXNC | Mean : 4.705 | UDMNC | Mean : 4.295 | APMNC | Mean : 7.257 |
| Sample | 3rd Qu.: 79 | TEXNC | 3rd Qu.: 7.000 | UDMNC | 3rd Qu.: 6.000 | APMNC | 3rd Qu.: 8.000 |
| Sample | Max. :105 | TEXNC | Max. :10.000 | UDMNC | Max. :10.000 | APMNC | Max. :10.000 |
| EDA | Min. :18.00 | MACNC | Min. : 0.000 | ASINC | Min. : 70.0 | IAENC | Min. : 0.000 |
| EDA | 1st Qu.:21.00 | MACNC | 1st Qu.: 6.000 | ASINC | 1st Qu.: 90.0 | IAENC | 1st Qu.: 2.000 |
| EDA | Median :23.00 | MACNC | Median : 7.000 | ASINC | Median : 95.0 | IAENC | Median : 5.000 |
| EDA | Mean :23.74 | MACNC | Mean : 6.733 | ASINC | Mean : 93.2 | IAENC | Mean : 4.562 |
| EDA | 3rd Qu.:26.00 | MACNC | 3rd Qu.: 8.000 | ASINC | 3rd Qu.:100.0 | IAENC | 3rd Qu.: 7.000 |
| EDA | Max. :43.00 | MACNC | Max. :10.000 | ASINC | Max. :100.0 | IAENC | Max. :10.000 |
| IACNC | Min. :0.000 | PRANNC | Min. :7.000 | DIINC | Min. :380.0 | AMANC | Min. : 1.000 |
| IACNC | 1st Qu.:0.000 | PRANNC | 1st Qu.:8.400 | DIINC | 1st Qu.:470.0 | AMANC | 1st Qu.: 7.000 |
| IACNC | Median :1.000 | PRANNC | Median :9.000 | DIINC | Median :530.0 | AMANC | Median : 8.000 |
| IACNC | Mean :1.314 | PRANNC | Mean :8.869 | DIINC | Mean :528.6 | AMANC | Mean : 7.505 |
| IACNC | 3rd Qu.:2.000 | PRANNC | 3rd Qu.:9.400 | DIINC | 3rd Qu.:567.0 | AMANC | 3rd Qu.: 9.000 |
| IACNC | Max. :7.000 | PRANNC | Max. :9.900 | DIINC | Max. :670.0 | AMANC | Max. :10.000 |
| APGNC | Min. : 0.000 | MOINC | Min. : 0.00 | EAPNC | Min. : 3.0 | NS1 | Min. : 10.00 |
| APGNC | 1st Qu.: 3.000 | MOINC | 1st Qu.: 8.00 | EAPNC | 1st Qu.: 7.0 | NS1 | 1st Qu.: 35.00 |
| APGNC | Median : 7.000 | MOINC | Median : 9.00 | EAPNC | Median : 8.0 | NS1 | Median : 73.00 |
| APGNC | Mean : 5.686 | MOINC | Mean : 8.59 | EAPNC | Mean : 7.8 | NS1 | Mean : 61.11 |
| APGNC | 3rd Qu.: 8.000 | MOINC | 3rd Qu.:10.00 | EAPNC | 3rd Qu.: 9.0 | NS1 | 3rd Qu.: 73.00 |
| APGNC | Max. :10.000 | MOINC | Max. :10.00 | EAPNC | Max. :10.0 | NS1 | Max. :101.00 |
| NS2 | Min. :24.00 | NS3 | Min. : 0.00 | NS4 | Min. : 0.00 | NS5 | Min. : 0.00 |
| NS2 | 1st Qu.:24.00 | NS3 | 1st Qu.:18.00 | NS4 | 1st Qu.:31.00 | NS5 | 1st Qu.:15.00 |
| NS2 | Median :47.00 | NS3 | Median :18.00 | NS4 | Median :31.00 | NS5 | Median :31.00 |
| NS2 | Mean :37.36 | NS3 | Mean :22.92 | NS4 | Mean :28.64 | NS5 | Mean :31.26 |
| NS2 | 3rd Qu.:47.00 | NS3 | 3rd Qu.:37.00 | NS4 | 3rd Qu.:31.00 | NS5 | 3rd Qu.:46.00 |
| NS2 | Max. :47.00 | NS3 | Max. :37.00 | NS4 | Max. :31.00 | NS5 | Max. :61.00 |
| NS6 | Min. : 6.00 | NSTNC | Min. :102.0 | INF | Min. : 400 | PROMEDIO | Min. :7.00 |
| NS6 | 1st Qu.:12.00 | NSTNC | 1st Qu.:163.0 | INF | 1st Qu.: 2500 | PROMEDIO | 1st Qu.:8.30 |
| NS6 | Median :17.00 | NSTNC | Median :203.0 | INF | Median :10000 | PROMEDIO | Median :8.70 |
| NS6 | Mean :16.15 | NSTNC | Mean :197.4 | INF | Mean : 8082 | PROMEDIO | Mean :8.64 |
| NS6 | 3rd Qu.:17.00 | NSTNC | 3rd Qu.:236.0 | INF | 3rd Qu.:11000 | PROMEDIO | 3rd Qu.:9.00 |
| NS6 | Max. :23.00 | NSTNC | Max. :279.0 | INF | Max. :60000 | PROMEDIO | Max. :9.80 |

Fuente: elaboración propia.

La percepción de los estudiantes sobre el comportamiento, metodologías y características de los docentes tuvo una calificación promedio de 6.733, la cual fue una cifra alarmante dado que los alumnos percibieron el rendimiento del docente como malo tendiendo a regular; a su vez los alumnos mostraron una media de 8.869 correspondiente al promedio del semestre o grado inmediato anterior.

El uso de dispositivos móviles dentro del aula no fue demasiado conforme a lo que se esperaba, ya que el estudiante llegó a usar su celular u otro dispositivo 4.295 veces por clase. El alumno asistió entre 70% y 100% de las clases, mostrando también que el dominio del idioma inglés en la facultad tuvo una media de 528.6 puntos TOEFL. A su vez, los alumnos calificaron el apoyo de los docentes como regular, mientras que su involucramiento en actividades escolares fue en promedio de 4.562 veces al semestre.

El ambiente académico que percibió el alumno de su facultad y universidad fue en promedio regular con una calificación de 7.505, mientras que el grado de motivación que tuvo el estudiante por culminar su licenciatura o posgrado fue de 8.59, siendo una calificación clasificada como buena, aunado a ello, la eficiencia académica auto percibida fue regular tendiendo a buena con un promedio de 7.8.

Hubo 6 variables que en conjunto describieron el nivel socioeconómico de los alumnos de la FI de la UAQ, sin embargo, dichas variables se concentraron en el factor "NST", el cual mostró que el rango de nivel socioeconómico estuvo entre D+ y A/B correspondiente a la clase media baja y alta; lo cual a su vez se relacionó con el promedio de ingresos familiares que rondaba alrededor de 8082.00 pesos mexicanos.

Finalmente, la variable dependiente correspondiente al promedio actual de los alumnos, mostro un rango en calificaciones entre 7.0 y 9.80, siendo la media 8.64.

Las tablas de frecuencia (ver Tabla 4.2) mostraron que la edad mayormente repetida en los alumnos fue la de 21 años, la muestra constó de 47 mujeres y 58 hombres, 6 alumnos extranjeros y 99 nacionales; 74 alumnos ingirieron alcohol y cigarros en un nivel bajo, mientras 35 estudiantes dedicaron tiempo a actividades extracurriculares de manera regular.

El comportamiento de los docentes y sus características fueron calificadas como buenas por 42 alumnos de los 105 participantes; la mayor cantidad de participantes fueron alumnos de la carrera de Ingeniería Civil, el estilo de aprendizaje más común fue el kinestésico, mientras que el nivel de inglés con mayor predominancia fue el B1. La mayor parte de la muestra asistía a clases muy a menudo y usaba poco, muy poco o nada sus dispositivos móviles durante clases. 35 de los 105 estudiantes calificaron el apoyo de los maestros como bueno.

El involucramiento en actividades escolares tuvo una mayor frecuencia en el nivel regular con 34 de los 105 estudiantes de la FI de la UAQ; por su parte, el ambiente académico fue mayormente calificado como bueno y excelente con 33 alumnos cada nivel de la totalidad de la muestra. A su vez, los alumnos trabajaban muy frecuentemente en equipo; 68 alumnos tenían una motivación interna calificada como excelente, mientras que la eficiencia académica auto percibida tuvo mayor número de registros en su nivel “buena” con 48 alumnos.

93 estudiantes de la muestra no tenían responsabilidad por alguien en su vida, 81 alumnos no tenían problemas familiares y 88 sujetos de la muestra tenían apoyo familiar; respecto a su condición laboral 81 alumnos se encontraban únicamente estudiando y 77 tenían experiencia laboral.

El grado académico con mayor frecuencia por parte de los padres de familia fue la obtención de una licenciatura completa; en las casas de los estudiantes había mayor frecuentemente dos o más baños completos, al igual que dos o más coches; así mismo, 97 de los alumnos contaban con conexión a internet. El mayor número

de personas trabajando por hogar fue de 2, con un registro de 36 de los 105 alumnos.

Finalmente, la mayoría de las casas tenían 3 dormitorios, y la mayoría de los estudiantes se encontraban en un estrato social de A/B, siendo los ingresos familiares de alrededor de 11000.00 pesos los mayormente registrados en la encuesta y siendo la ubicación geográfica más común la correspondiente a la colonia las campanas y niños héroes.

Tabla 4.2 Frecuencia de las variables cuantitativas y cualitativas.

| EDA | Frecuencia | GEN | Frecuencia | MAC | Frecuencia | UDM | Frecuencia | CAR | Frecuencia |
|-------------------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 18 | 1 | Femenino | 47 | Pésimo | 22 | Muy poco o nada | 33 | DI | 1 |
| 19 | 9 | Masculino | 58 | Malo | 12 | Poco | 33 | DIB | 3 |
| 20 | 14 | NAC | Frecuencia | Regular | 22 | Regular | 19 | IA | 9 |
| 21 | 18 | Extranjero | 6 | Bueno | 42 | Frecuentemente | 7 | IB | 3 |
| 22 | 10 | Mexicano | 99 | Excelente | 7 | Muy a menudo | 13 | IC | 28 |
| 23 | 6 | IAC | Frecuencia | PRAN | Frecuencia | DII | Frecuencia | IIM | 15 |
| 24 | 8 | Muy poco o nada | 12 | Regular | 6 | A2 | 6 | IN | 4 |
| 25 | 9 | Poco | 74 | Bueno | 45 | B1 | 55 | LA | 8 |
| 26 | 8 | Regular | 10 | Excelente | 54 | B2 | 31 | MA | 3 |
| 27 | 5 | Frecuentemente | 4 | ETA | Frecuencia | C1 | 13 | MCG | 2 |
| 28 | 4 | Muy a menudo | 5 | Auditivo | 13 | APM | Frecuencia | MCIA | 3 |
| 29 | 5 | TEX | Frecuencia | Kinestésico | 39 | Pésimo | 11 | MCIB | 5 |
| 30 | 1 | Muy poco o nada | 17 | Lector/Escrito | 21 | Malo | 12 | MCIM | 1 |
| 31 | 4 | Poco | 31 | Visual | 32 | Regular | 21 | MDI | 8 |
| 37 | 2 | Regular | 35 | ASI | Frecuencia | Bueno | 35 | MICP | 6 |
| 43 | 1 | Frecuentemente | 7 | Frecuentemente | 10 | Excelente | 26 | MIVTM | 3 |
| | | Muy a menudo | 15 | Muy a menudo | 95 | | | MVV | 3 |
| IAE | Frecuencia | AMA | Frecuencia | APG | Frecuencia | REA | Frecuencia | APF | Frecuencia |
| Muy poco o nada | 22 | Pésimo | 11 | Muy poco o nada | 15 | No | 93 | No | 17 |
| Poco | 28 | Malo | 10 | Poco | 21 | Sí | 12 | Sí | 88 |
| Regular | 34 | Regular | 18 | Regular | 30 | PRF | Frecuencia | COL | Frecuencia |
| Frecuentemente | 20 | Bueno | 33 | Frecuentemente | 35 | No | 81 | Solamente estudiando | 81 |
| Muy a menudo | 1 | Excelente | 33 | Muy a menudo | 4 | Sí | 24 | Trabajando y estudiando | 24 |
| MOI | Frecuencia | EAP | Frecuencia | NS2 | Frecuencia | NS3 | Frecuencia | EXL | Frecuencia |
| Pésima | 9 | Pésima | 5 | 1 | 44 | 0 | 22 | No | 28 |
| Mala | 5 | Mala | 4 | 2 o más | 61 | 1 | 33 | Sí | 77 |
| Regular | 5 | Regular | 21 | NS4 | Frecuencia | 2 o más | 49 | | |
| Buena | 18 | Buena | 48 | No | 8 | NST | Frecuencia | | |
| Excelente | 68 | Excelente | 27 | Sí | 97 | A/B | 51 | | |
| NS1 | Frecuencia | NS5 | Frecuencia | NS6 | Frecuencia | C | 12 | | |
| Licenciatura Completa | 36 | 0 | 14 | 1 | 8 | C- | 10 | | |
| Licenciatura Incompleta | 9 | 1 | 19 | 2 | 23 | C+ | 27 | | |
| Posgrado | 19 | 2 | 36 | 3 | 55 | D+ | 5 | | |
| Preparatoria Completa | 14 | 3 | 21 | 4 o más | 19 | | | | |
| Preparatoria Incompleta | 6 | 4 o más | 15 | | | | | | |
| Primaria Completa | 5 | | | | | | | | |
| Primaria Incompleta | 3 | | | | | | | | |
| Secundaria Completa | 11 | | | | | | | | |
| Secundaria Incompleta | 2 | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Las gráficas de barras confirmaron los resultados vistos en las tablas de frecuencia. El análisis de dicha información no fue diferente a lo presentado previamente.

La Tabla 4.3 resume los resultados obtenidos de normalidad de las variables cuantitativas.

Tabla 4.3 Pruebas de normalidad.

| Variable | Prueba de normalidad Lilliefors | | Prueba de normalidad Shapiro-wilk | |
|----------|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| | D | p-value | W | p-value |
| EDA | 0.15383 | 2.019e-06 | 0.8694 | 3.725e-08 |
| IAC | 0.27691 | < 2.2e-16 | 0.73988 | 2.381e-12 |
| TEX | 0.093098 | 0.02561 | 0.92845 | 2.656e-05 |
| MAC | 0.23282 | 2.205e-15 | 0.86047 | 1.627e-08 |
| PRAN | 0.096869 | 0.01676 | 0.96363 | 0.005598 |
| UDM | 0.19205 | 3.027e-10 | 0.89903 | 7.637e-07 |
| ASI | 0.17809 | 9.743e-09 | 0.83302 | 1.546e-09 |
| DII | 0.091912 | 0.02914 | 0.96684 | 0.009872 |
| APM | 0.23121 | 3.691e-15 | 0.86589 | 2.68e-08 |
| IAE | 0.14587 | 9.571e-06 | 0.94574 | 0.000306 |
| AMA | 0.22921 | 6.955e-15 | 0.87306 | 5.28e-08 |
| APG | 0.18524 | 1.709e-09 | 0.917 | 6.166e-06 |
| MOI | 0.23431 | 1.366e-15 | 0.74214 | 2.728e-12 |
| EAP | 0.27392 | < 2.2e-16 | 0.81372 | 3.418e-10 |
| NS1 | 0.19762 | 6.971e-11 | 0.91149 | 3.169e-06 |
| NS2 | 0.38197 | < 2.2e-16 | 0.62679 | 6.026e-15 |
| NS3 | 0.29687 | < 2.2e-16 | 0.76938 | 1.518e-11 |
| NS4 | 0.5363 | < 2.2e-16 | 0.29203 | < 2.2e-16 |
| NS5 | 0.18024 | 5.815e-09 | 0.91084 | 2.936e-06 |
| NS6 | 0.27868 | < 2.2e-16 | 0.84655 | 4.772e-09 |
| NST | 0.084754 | 0.06067 | 0.96372 | 0.005686 |
| INF | 0.21455 | 6.026e-13 | 0.66232 | 3.366e-14 |
| PROMEDIO | 0.095391 | 0.01984 | 0.97406 | 0.03712 |

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las variables coincidieron en que la muestra no provenía de una distribución normal de acuerdo a los resultados de la prueba Shapiro-wilk, lo cual fue confirmado también a través de los resultados de la prueba Lilliefors, excepto la variable NST que aceptó la H_0 en la prueba Lilliefors con un p-value de 0.06067, la cual nos indicó que la muestra provenía de una distribución normal; sin embargo, esa misma variable mostró el resultado contrario en la prueba Shapiro-wilk.

A pesar de que para cada una de las variables se comprobó que la muestra no provenía de una distribución normal, fue posible continuar el análisis estadístico dado que las pruebas que se realizaron posteriormente contrastaron la normalidad de los residuos obteniéndose p-values que confirmaron de manera satisfactoria dicha propiedad. Así mismo, el hecho de que la muestra no contara con una distribución gaussiana no fue un problema para el análisis de componentes principales, ya que dicho análisis no requirió de la normalidad de los datos.

Finalizado el análisis de normalidad de las variables dependientes y de la variable independiente, se procedió a obtener la matriz de correlaciones de Pearson (ver Tabla 4.4) y las conclusiones a las cuales se pudo llegar fueron:

- ❖ La variable EDA tuvo una correlación negativa baja con AMA y NS6, mientras que presentó una correlación positiva moderada con INF.
- ❖ La variable IAC tuvo una correlación negativa baja con MAC, ASI y APG.
- ❖ La variable TEX tuvo una correlación positiva baja con UDM.
- ❖ La variable MAC tuvo una correlación negativa baja con IAC, mientras que presentó una correlación positiva baja con AMA, APG y MOI; y una correlación positiva moderada con APM.
- ❖ La variable PRAN tuvo una correlación negativa baja con APG.
- ❖ La variable UDM tuvo una correlación negativa baja con ASI y NS3, mientras que presentó una correlación positiva baja con TEX.

Tabla 4.4 Matriz de correlaciones.

| | EDA | IAC | TEX | MAC | PRAN | UDM | ASI | DII | APM | IAE | AMA | APG | MOI | EAP | NS1 | NS2 | NS3 | NS4 | NS5 | NS6 | NST | INF | PROMEDIO |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| EDA | 1 | 0.156 | 0.161 | -0.113 | 0.09 | -0.058 | 0.194 | 0.144 | -0.031 | -0.024 | -0.243 | -0.13 | -0.057 | 0.099 | 0.179 | -0.151 | 0.076 | 0.059 | -0.085 | -0.264 | 0.039 | 0.533 | 0.435 |
| IAC | 0.156 | 1 | 0.13 | -0.271 | -0.147 | 0.012 | -0.293 | -0.056 | -0.123 | 0.132 | -0.159 | -0.218 | 0.004 | 0.053 | 0.161 | -0.148 | -0.119 | 0.115 | -0.158 | 0.124 | -0.014 | 0.021 | -0.19 |
| TEX | 0.161 | 0.13 | 1 | -0.171 | 0.034 | 0.277 | -0.04 | 0.057 | -0.079 | 0.07 | 0.1 | -0.007 | -0.006 | -0.007 | 0.069 | 0.036 | -0.034 | -0.16 | 0.022 | 0.158 | 0.033 | 0.13 | 0.12 |
| MAC | -0.113 | -0.271 | -0.171 | 1 | -0.121 | 0.028 | 0.083 | 0.028 | 0.657 | 0.06 | 0.363 | 0.224 | 0.271 | -0.029 | 0.069 | 0.096 | 0.006 | -0.118 | -0.023 | -0.06 | 0.028 | -0.001 | -0.063 |
| PRAN | 0.09 | -0.147 | 0.034 | -0.121 | 1 | 0.039 | 0.12 | 0.145 | -0.076 | 0.027 | -0.037 | -0.2 | 0.004 | 0.121 | -0.006 | -0.001 | 0.152 | 0.125 | -0.04 | -0.097 | 0.041 | 0.036 | 0.405 |
| UDM | -0.058 | 0.012 | 0.277 | 0.028 | 0.039 | 1 | -0.328 | 0.01 | 0.097 | 0.073 | 0.129 | 0.167 | -0.03 | -0.169 | -0.104 | 0.052 | -0.266 | -0.117 | -0.136 | 0.133 | -0.193 | -0.082 | -0.032 |
| ASI | 0.194 | -0.293 | -0.04 | 0.083 | 0.12 | -0.328 | 1 | 0.082 | -0.021 | 0.039 | 0.033 | -0.135 | 0.247 | 0.36 | 0.213 | -0.027 | 0.107 | 0.027 | 0.069 | -0.308 | 0.15 | 0.073 | 0.366 |
| DII | 0.144 | -0.056 | 0.057 | 0.028 | 0.145 | 0.01 | 0.082 | 1 | 0.089 | 0.06 | 0.144 | -0.013 | 0.149 | 0.135 | 0.247 | 0.265 | 0.239 | 0.049 | -0.001 | 0.108 | 0.299 | 0.073 | 0.282 |
| APM | -0.031 | -0.123 | -0.079 | 0.657 | -0.076 | 0.097 | -0.021 | 0.089 | 1 | 0.093 | 0.391 | 0.044 | 0.334 | 0.005 | 0.16 | 0.144 | 0.066 | -0.104 | -0.141 | -0.096 | 0.062 | 0.048 | 0.026 |
| IAE | -0.024 | 0.132 | 0.07 | 0.06 | 0.027 | 0.073 | 0.039 | 0.06 | 0.093 | 1 | 0.106 | 0.116 | 0.155 | 0.098 | 0.223 | 0.091 | 0.007 | 0.099 | -0.102 | 0.142 | 0.141 | -0.056 | 0.069 |
| AMA | -0.243 | -0.159 | 0.1 | 0.363 | -0.037 | 0.129 | 0.033 | 0.144 | 0.391 | 0.106 | 1 | 0.095 | 0.239 | 0.017 | 0.059 | -0.018 | -0.049 | -0.111 | -0.027 | 0.114 | -0.006 | -0.084 | 0.005 |
| APG | -0.13 | -0.218 | -0.007 | 0.224 | -0.2 | 0.167 | -0.135 | -0.013 | 0.044 | 0.116 | 0.095 | 1 | 0.041 | -0.063 | -0.129 | -0.013 | -0.143 | -0.187 | 0.1 | -0.048 | -0.119 | 0.02 | -0.091 |
| MOI | -0.057 | 0.004 | -0.006 | 0.271 | 0.004 | -0.03 | 0.247 | 0.149 | 0.334 | 0.155 | 0.239 | 0.041 | 1 | 0.521 | 0.239 | 0.07 | -0.066 | 0.013 | -0.153 | -0.26 | 0.047 | 0.029 | 0.186 |
| EAP | 0.099 | 0.053 | -0.007 | -0.029 | 0.121 | -0.169 | 0.36 | 0.135 | 0.005 | 0.098 | 0.017 | -0.063 | 0.521 | 1 | 0.138 | -0.026 | 0.074 | 0.119 | -0.1 | -0.253 | 0.052 | 0.105 | 0.475 |
| NS1 | 0.179 | 0.161 | 0.069 | 0.069 | -0.006 | -0.104 | 0.213 | 0.247 | 0.16 | 0.223 | 0.059 | -0.129 | 0.239 | 0.138 | 1 | 0.437 | 0.156 | 0.189 | -0.177 | 0.061 | 0.69 | 0.09 | 0.105 |
| NS2 | -0.151 | -0.148 | 0.036 | 0.096 | -0.001 | 0.052 | -0.027 | 0.265 | 0.144 | 0.091 | -0.018 | -0.013 | 0.07 | -0.026 | 0.437 | 1 | 0.292 | 0.338 | -0.035 | 0.438 | 0.673 | -0.037 | -0.01 |
| NS3 | 0.076 | -0.119 | -0.034 | 0.006 | 0.152 | -0.266 | 0.107 | 0.239 | 0.066 | 0.007 | -0.049 | -0.143 | -0.066 | 0.074 | 0.156 | 0.292 | 1 | 0.089 | 0.244 | 0.183 | 0.608 | 0.188 | 0.099 |
| NS4 | 0.059 | 0.115 | -0.16 | -0.118 | 0.125 | -0.117 | 0.027 | 0.049 | -0.104 | 0.099 | -0.111 | -0.187 | 0.013 | 0.119 | 0.189 | 0.338 | 0.089 | 1 | -0.11 | 0.24 | 0.374 | 0.073 | 0.1 |
| NS5 | -0.085 | -0.158 | 0.022 | -0.023 | -0.04 | -0.136 | 0.069 | -0.001 | -0.141 | -0.102 | -0.027 | 0.1 | -0.153 | -0.1 | -0.177 | -0.035 | 0.244 | -0.11 | 1 | 0.164 | 0.367 | -0.045 | 0.06 |
| NS6 | -0.264 | 0.124 | 0.158 | -0.06 | -0.097 | 0.133 | -0.308 | 0.108 | -0.096 | 0.142 | 0.114 | -0.048 | -0.26 | -0.253 | 0.061 | 0.438 | 0.183 | 0.24 | 0.164 | 1 | 0.405 | -0.224 | -0.196 |
| NST | 0.039 | -0.014 | 0.033 | 0.028 | 0.041 | -0.193 | 0.15 | 0.299 | 0.062 | 0.141 | -0.006 | -0.119 | 0.047 | 0.052 | 0.69 | 0.673 | 0.608 | 0.374 | 0.367 | 0.405 | 1 | 0.075 | 0.111 |
| INF | 0.533 | 0.021 | 0.13 | -0.001 | 0.036 | -0.082 | 0.073 | 0.073 | 0.048 | -0.056 | -0.084 | 0.02 | 0.029 | 0.105 | 0.09 | -0.037 | 0.188 | 0.073 | -0.045 | -0.224 | 0.075 | 1 | 0.199 |
| PROMEDIO | 0.435 | -0.19 | 0.12 | -0.063 | 0.405 | -0.032 | 0.366 | 0.282 | 0.026 | 0.069 | 0.005 | -0.091 | 0.186 | 0.475 | 0.105 | -0.01 | 0.099 | 0.1 | 0.06 | -0.196 | 0.111 | 0.199 | 1 |

Fuente: elaboración propia.

- ❖ La variable ASI tuvo una correlación negativa baja con IAC, UDM y NS6, mientras que presentó una correlación positiva baja con MOI, EAP y NS1.
- ❖ La variable DII tuvo una correlación positiva baja con NS1, NS2, NS3 y NST.
- ❖ La variable APM tuvo una correlación positiva baja con AMA y MOI; y una correlación positiva moderada con MAC.
- ❖ La variable IAE tuvo una correlación positiva baja con NS1.
- ❖ La variable AMA tuvo una correlación negativa baja con EDA, mientras que presentó una correlación positiva baja con MAC, APM y MOI.
- ❖ La variable APG tuvo una correlación negativa baja con IAC y PRAN, mientras que presentó una correlación positiva baja con MAC.
- ❖ La variable MOI tuvo una correlación negativa baja con NS6, mientras que presentó una correlación positiva baja con MAC, ASI, APM, AMA y NS1; y una correlación positiva moderada con EAP
- ❖ La variable EAP tuvo una correlación negativa baja con NS6, mientras que presentó una correlación positiva baja con ASI; y una correlación positiva moderada con MOI.
- ❖ La variable NS1 tuvo una correlación positiva baja con ASI, DII, IAE y MOI; y una correlación positiva moderada con NS2 y NST.
- ❖ La variable NS2 tuvo una correlación positiva baja con DII, NS3 y NS4; y una correlación positiva moderada con NS1, NS6 y NST.
- ❖ La variable NS3 tuvo una correlación negativa baja con UDM, mientras que presentó una correlación positiva baja con DII, NS2 y NS5; y una correlación positiva moderada con NST.
- ❖ La variable NS4 tuvo una correlación positiva baja con NS2, NS6 y NST.
- ❖ La variable NS5 tuvo una correlación positiva baja con NS3 y NST.
- ❖ La variable NS6 tuvo una correlación negativa baja con EDA, ASI, MOI, EAP e INF, mientras que presentó una correlación positiva baja con NS4; y una correlación positiva moderada con NS2 y NST.

- ❖ La variable NST tuvo una correlación positiva baja con DII, NS4 y NS5; y una correlación positiva moderada con NS1, NS2, NS3 y NS6.
- ❖ La variable INF tuvo una correlación negativa baja con NS6, mientras que presentó una correlación positiva moderada con EDA.

Concluyendo el análisis de correlaciones la variable dependiente PROMEDIO tuvo una correlación positiva baja con ASI y DII, mientras que presentó una correlación positiva moderada con EDA, PRAN y EAP.

Para interpretar el coeficiente de correlación utilizamos la siguiente escala:

Tabla 4.5 Matriz de interpretación de correlaciones.

| Valor | Significado |
|---------------|---|
| -1 | Correlación negativa grande y perfecta. |
| -0,9 a -0,99 | Correlación negativa muy alta. |
| -0,7 a -0,89 | Correlación negativa alta. |
| -0,4 a -0,69 | Correlación negativa moderada. |
| -0,2 a -0,39 | Correlación negativa baja. |
| -0,01 a -0,19 | Correlación negativa muy baja. |
| 0 | Correlación nula. |
| 0,01 a 0,19 | Correlación positiva muy baja. |
| 0,2 a 0,39 | Correlación positiva baja. |
| 0,4 a 0,69 | Correlación positiva moderada. |
| 0,7 a 0,89 | Correlación positiva alta. |
| 0,9 a 0,99 | Correlación positiva muy alta. |
| 1 | Correlación positiva grande y perfecta. |

Fuente: elaboración propia.

Concluida la fase anterior se procedió a generar los modelos matemáticos a contrastar. La estructura inicial del modelo cuantitativo 1 fue la siguiente (ver Ecuación 4.1):

$$\begin{aligned}
 \text{PROMEDIO} \sim & \text{EDA} + \text{IACNC} + \text{TEXNC} + \text{MACNC} + \text{PRANNC} + \text{UDMNC} + \text{ASINC} \\
 & + \text{DIINC} + \text{APMNC} + \text{IAENC} + \text{AMANC} + \text{APGNC} + \text{MOINC} + \text{EAPNC} \\
 & + \text{NS1} + \text{NS2} + \text{NS3} + \text{NS4} + \text{NS5} + \text{NS6} + \text{NSTN} + \text{INF}
 \end{aligned}$$

Ecuación 4.1 Ecuación inicial del modelo cuantitativo 1.

El análisis de varianza de dicho modelo inicial contenía muchos términos que no eran significativos a un nivel de 0.05 (ver Figura 4.1), por lo cual se decidió proceder a la etapa de depuración del modelo.

```
> summary(aov(mode1o1cu))
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
EDA             1  7.365    7.365  38.648 1.95e-08 ***
IACNC           1  2.656    2.656  13.936 0.000345 ***
TEXNC           1  0.245    0.245   1.287 0.259795
MACNC           1  0.213    0.213   1.120 0.293056
PRANNC          1  3.936    3.936  20.655 1.85e-05 ***
UDMNC           1  0.052    0.052   0.271 0.604065
ASINC           1  1.527    1.527   8.011 0.005830 **
DIINC           1  0.950    0.950   4.987 0.028234 *
APMNC           1  0.253    0.253   1.325 0.252977
IAENC           1  0.160    0.160   0.840 0.362020
AMANC           1  0.064    0.064   0.335 0.564579
APGNC           1  0.020    0.020   0.103 0.748969
MOINC           1  0.656    0.656   3.442 0.067123 .
EAPNC           1  3.883    3.883  20.375 2.08e-05 ***
NS1             1  0.041    0.041   0.217 0.642763
NS2             1  0.002    0.002   0.011 0.917298
NS3             1  0.132    0.132   0.695 0.406923
NS4             1  0.037    0.037   0.195 0.660302
NS5             1  0.741    0.741   3.891 0.051881 .
NS6             1  0.024    0.024   0.124 0.725235
INF             1  0.109    0.109   0.570 0.452260
Residuals      83 15.816    0.191
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 4.1 ANOVA del modelo cuantitativo inicial 1.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El mejor modelo cuantitativo que se obtuvo fue el siguiente (ver Ecuación 4.2).

$$PROMEDIO \sim EDA + IACNC + PRANNC + ASINC + DIINC + MOINC + EAPNC$$

Ecuación 4.2 Mejor modelo cuantitativo 1.

El promedio resulto una variable dependiente de la edad, la ingesta de alcohol y cigarrillos, el promedio del grado inmediato anterior, el porcentaje de asistencia a clases, el dominio del idioma inglés medido en puntaje TOEFL o equivalente, el grado de motivación interna por culminar la licenciatura o posgrado y la eficiencia académica auto percibida.

El análisis de varianza mostró (ver Figura 4.2) que todos los factores incluidos en el modelo eran significativos a un nivel de confianza de por lo menos 95%, es decir, un $\alpha \leq 0.05$.

```

> modelo16cu<-lm(PROMEDIO~EDA+IACNC+PRANNC+ASINC+DIINC+MOINC+EAPNC,data = datoscuarm)
> summary(aov(modelo16cu))
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
EDA             1  7.365    7.365  40.636 6.20e-09 ***
IACNC           1  2.656    2.656  14.653 0.000229 ***
PRANNC          1  4.200    4.200  23.173 5.44e-06 ***
ASINC           1  1.476    1.476   8.142 0.005287 **
DIINC           1  0.969    0.969   5.347 0.022877 *
MOINC           1  0.746    0.746   4.115 0.045242 *
EAPNC           1  3.891    3.891  21.467 1.12e-05 ***
Residuals      97 17.580    0.181
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>

```

Figura 4.2 ANOVA del mejor modelo cuantitativo 1.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El modelo explicó el 54.79% de la variación total del promedio actual explicado por la regresión lineal múltiple, no se tuvo una penalización demasiado alta por la inclusión de las variables independientes ya que con la R^2 ajustada el porcentaje baja a 51.52%, además el modelo fue significativo con un p-value < 0.05.

Un segundo modelo fue construido dándole a todas las variables la calidad de factores cualitativos. Al igual que en el anterior modelo, se inició con una ecuación que incluyera todos los elementos (ver Ecuación 4.3).

$$\begin{aligned}
 &PROMEDIO \sim EDA + GEN + NAC + IAC + TEX + MAC + PRAN + ETA + UDM + ASI \\
 &\quad + DII + CAR + APM + IAE + AMA + APG + REA + PRF + APF + MOI \\
 &\quad + EAP + COL + EXL + NS1NC + NS2NC + NS3NC + NS4NC + NS5NC \\
 &\quad + NS6NC + NST + ZVA + INF
 \end{aligned}$$

Ecuación 4.3 Ecuación inicial del modelo cualitativo 2.

El análisis de varianza inicial mostro lo siguiente (ver Figura 4.3):

```

> summary(aov(modelo1c1))
      Df Sum Sq Mean Sq
EDA    15  13.703   0.9135
GEN     1   0.024   0.0237
NAC     1   0.011   0.0110
IAC     4   2.831   0.7077
TEX     4   1.261   0.3152
MAC     4   0.488   0.1219
PRAN    2   4.466   2.2330
ETA     3   0.347   0.1158
UDM     4   0.365   0.0913
ASI     1   0.512   0.5122
DII     3   0.776   0.2587
CAR    16   5.071   0.3169
APM     4   0.770   0.1924
IAE     4   2.316   0.5790
AMA     4   0.116   0.0290
APG     4   1.084   0.2711
REA     1   0.005   0.0054
PRF     1   0.667   0.6670
APF     1   0.007   0.0072
MOI     4   0.185   0.0463
EAP     4   0.879   0.2198
COL     1   0.146   0.1461
EXL     1   0.017   0.0173
NS1NC   8   0.361   0.0451
NS2NC   1   0.000   0.0001
NS3NC   2   1.483   0.7416
NS4NC   1   0.019   0.0192
NS5NC   4   0.652   0.1631
1 observation deleted due to missingness
>

```

Figura 4.3 ANOVA del modelo cualitativo inicial 2.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Al finalizar la depuración del modelo cualitativo, se obtuvo la siguiente ecuación resultante (ver Ecuación 4.4):

$$PROMEDIO \sim EDA + IAC + PRAN + CAR + EAP$$

Ecuación 4.4 Mejor modelo cualitativo 2.

No resulta extraño encontrar similitudes entre los modelos, ya que el promedio resulto ser nuevamente una variable dependiente de la edad, la ingesta de alcohol y tabaco, el promedio anterior, la carrera, y la eficiencia académica auto percibida. Dicho modelo resultante fue sometido a un análisis de varianza que arrojo lo siguiente (ver Figura 4.4):

```

> modelo28c1 <- lm(PROMEDIO~EDA+IAC+PRAN+CAR+EAP,data = datosrmc1)
> summary(aov(modelo28c1))
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
EDA    15  14.012   0.9341   5.482 6.6e-07 ***
IAC     4   2.775   0.6936   4.070 0.005353 **
PRAN    2   3.243   1.6215   9.515 0.000245 ***
CAR    16   6.053   0.3783   2.220 0.013007 *
EAP     4   2.062   0.5156   3.026 0.023970 *
Residuals 63  10.736   0.1704
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>

```

Figura 4.4 ANOVA del mejor modelo cualitativo 2.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El modelo cualitativo explicó el 72.39% de la variación total del fenómeno y fue significativo con un p-value de 3.632e-07, sin embargo, la penalización fue muy alta siendo evidente con un R² ajustada de 54.42%.

En la Tabla 4.6 se concentran los indicadores de validación y contraste de los dos modelos que fueron desarrollados. El modelo cuantitativo resultó ser el mejor para explicar el fenómeno del rendimiento académico medido a través del promedio actual de los alumnos de la FI de la UAQ, ya que además de ser un modelo con factores significativos, la mayoría de sus coeficientes igualmente significativos, también fue un modelo con una penalización muy baja de acuerdo al R² y al R² ajustada, concluyendo su validación con un p-value aceptable y menor a 0.05.

Tabla 4.6 Comparación entre el modelo cuantitativo y cualitativo.

| Modelo | Tipo | Variable de respuesta | Factores | Pr(>F) | Signif. | Pr(> t) | Signif. Coef. | |
|--------|--------------|-----------------------|----------|----------|---------|---|---------------|--------------------------|
| 1 | Cuantitativo | Promedio actual | EDA | 6.20e-09 | Sí | 1.77e-06 | Sí | R ² |
| | | | IAC | 0.000229 | Sí | 0.007540 | Sí | 0.5479 |
| | | | PRAN | 5.44e-06 | Sí | 0.000255 | Sí | R ² ajustada |
| | | | ASI | 0.005287 | Sí | 0.484140 | No | 0.5152 |
| | | | DII | 0.022877 | Sí | 0.080351 | No | p-value modelo |
| | | | MOI | 0.045242 | Sí | 0.702576 | No | 2.382e-14 |
| | | | EAP | 1.12e-05 | Sí | 1.12e-05 | Sí | |
| 2 | Cualitativo | Promedio actual | EDA | 6.6e-07 | Sí | 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 27 y 43 | Sí | R ² |
| | | | IAC | 0.005353 | Sí | Todos los niveles | No | 0.7239 |
| | | | PRAN | 0.000245 | Sí | Todos los niveles | No | R ² ajustada |
| | | | CAR | 0.013007 | Sí | Todos los niveles | No | 0.5442 |
| | | | EAP | 0.023970 | Sí | Nivel 2 | Sí | p-value modelo 3.632e-07 |

Fuente: elaboración propia.

Tal como se mencionó en la metodología una vez obtenidos los 2 modelos se procedió a obtener nuevos modelos mediante AIC, en primer lugar, se obtuvieron los mejores predictores de un segundo modelo cuantitativo. Para dicho procedimiento se utilizó la fórmula inicial del modelo cuantitativo, siendo el mejor modelo resultante el siguiente (ver Ecuación 4.5):

$$PROMEDIO \sim EDA + IACNC + PRANNC + DIINC + EAPNC + NS5$$

Ecuación 4.5 Modelo cuantitativo obtenido mediante AIC (modelo 3).

La variable EDA, IAC, PRAN, DII Y EAP continuaron estando presentes al igual que en el modelo cuantitativo inicial, no obstante, se distinguió la incorporación de NS5 como predictor.

El análisis de varianza del modelo obtenido a través de AIC mostró que tanto EDA, IAC, PRAN, DII y EAP tuvieron significancia, mientras que NS5 no fue significativo (ver Figura 4.5).

```
> modelompcu <- lm(PROMEDIO~EDA+IACNC+PRANNC+DIINC+EAPNC+NS5, data = datoscuarm)
> summary(aov(modelompcu))
```

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) | |
|-----------|----|--------|---------|---------|----------|-----|
| EDA | 1 | 7.365 | 7.365 | 41.921 | 3.79e-09 | *** |
| IACNC | 1 | 2.656 | 2.656 | 15.117 | 0.000184 | *** |
| PRANNC | 1 | 4.200 | 4.200 | 23.905 | 3.96e-06 | *** |
| DIINC | 1 | 1.027 | 1.027 | 5.845 | 0.017473 | * |
| EAPNC | 1 | 5.947 | 5.947 | 33.854 | 7.49e-08 | *** |
| NS5 | 1 | 0.470 | 0.470 | 2.674 | 0.105197 | |
| Residuals | 98 | 17.217 | 0.176 | | | |

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

Figura 4.5 ANOVA del modelo cuantitativo obtenido mediante AIC (modelo 3).
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Una vez analizada la nueva información, se notó que el modelo obtenido a través del algoritmo supero al modelo cuantitativo anterior respecto a la explicación de la varianza del fenómeno, ya que explicó 55.72% de la variación total y la penalización fue más baja con un R² ajustada de 53.01%, aunado a eso se tuvo un mejor p-value (ver Figura 4.6).

```

> summary(modelompcu)

Call:
lm(formula = PROMEDIO ~ EDA + IACNC + PRANNC + DIINC + EAPNC +
    NS5, data = datoscuarm)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.06190 -0.24434 -0.00125  0.25766  0.97146

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.8429575  0.6830975   4.162 6.79e-05 ***
EDA           0.0565874  0.0099520   5.686 1.34e-07 ***
IACNC        -0.0737197  0.0247752  -2.976 0.003683 **
PRANNC        0.2698094  0.0677799   3.981 0.000132 ***
DIINC         0.0011025  0.0006408   1.721 0.088488 .
EAPNC         0.1871644  0.0315446   5.933 4.48e-08 ***
NS5           0.0036570  0.0022363   1.635 0.105197

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4191 on 98 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5572,    Adjusted R-squared:  0.5301
F-statistic: 20.55 on 6 and 98 DF,  p-value: 1.887e-15

```

Figura 4.6 Resumen del modelo cuantitativo obtenido mediante AIC (modelo 3).
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Dado los resultados anteriores y al ver que el algoritmo mejoraba los indicadores de contraste y validación, se procedió a realizar el mismo ejercicio, pero con el modelo cualitativo.

El modelo cualitativo obtenido por medio del algoritmo a pasos tuvo como fórmula inicial la siguiente (ver Ecuación 4.6):

$$\begin{aligned}
 &PROMEDIO \sim EDA + GEN + NAC + IAC + TEX + MAC + PRAN + ETA \\
 &\quad + UDM + ASI + DII + CAR + APM + IAE + AMA + APG \\
 &\quad + REA + PRF + APF + MOI + EAP + COL + EXL + NS1NC \\
 &\quad + NS3NC + NS4NC + NS5NC
 \end{aligned}$$

Ecuación 4.6 Ecuación inicial para la obtención del modelo cualitativo mediante AIC.

Al igual que con el modelo anterior, la fórmula utilizada partió de lo más general posible, sin embargo, no se pudo incluir todos los términos debido a que partir de la totalidad de elementos causaba un índice AIC de infinito negativo.

Una vez realizado el proceso de depuración por medio de AIC, el modelo resultante fue exactamente el mismo. Dicho modelo no tenía significancia en

ninguno de sus factores, presentaba un R^2 de 0.9953 pero un R^2 ajustada = 0.5193; la penalización era demasiado alta, ninguno de los coeficientes resulto significativo y el p-value de dicho modelo fue de 0.5092.

El modelo no se sometió a discusión ya que en ninguno de los indicadores presentados se mostró evidencia estadística de ser un buen modelo del fenómeno del rendimiento académico.

Los resultados de los 4 modelos se resumen en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Comparación entre los 3 modelos.

| Modelo | Tipo | Variable de respuesta | Factores | Pr(>F) | Signif. | Pr(> t) | Signif. Coef. | |
|--------|----------------------|-----------------------|----------|----------|---------|---|---------------|-----------------------------|
| 1 | Cuantitativo | Promedio actual | EDA | 6.20e-09 | Sí | 1.77e-06 | Sí | R^2 |
| | | | IAC | 0.000229 | Sí | 0.007540 | Sí | 0.5479 |
| | | | PRAN | 5.44e-06 | Sí | 0.000255 | Sí | R^2 ajustada |
| | | | ASI | 0.005287 | Sí | 0.484140 | No | 0.5152 |
| | | | DII | 0.022877 | Sí | 0.080351 | No | p-value modelo |
| | | | MOI | 0.045242 | Sí | 0.702576 | No | 2.382e-14 |
| 2 | Cualitativo | Promedio actual | EDA | 6.6e-07 | Sí | 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 27 y 43 | Sí | R^2 |
| | | | IAC | 0.005353 | Sí | Todos los niveles | No | 0.7239 |
| | | | PRAN | 0.000245 | Sí | Todos los niveles | No | R^2 ajustada |
| | | | CAR | 0.013007 | Sí | Todos los niveles | No | 0.5442 |
| | | | EAP | 0.023970 | Sí | Nivel 2 | Sí | p-value modelo 3.632e-07 |
| 3 | Cuantitativo con AIC | Promedio actual | EDA | 3.79e-09 | Sí | 1.34e-07 | Sí | R^2 |
| | | | IAC | 0.000184 | Sí | 0.003683 | Sí | 0.5572 |
| | | | PRAN | 3.96e-06 | Sí | 0.000132 | Sí | R^2 ajustada |
| | | | DII | 0.017473 | Sí | 0.088488 | No | 0.5301 |
| | | | EAP | 7.49e-08 | Sí | 4.48e-08 | Sí | p-value modelo |
| | | | NS5 | 0.105197 | No | 0.105197 | No | 1.887e-15 |

Fuente: elaboración propia.

El modelo 1 descrito en la tabla anterior mostró normalidad en sus residuos (ver Figura 4.7) al tener un p-value = 0.5258 y cumplió con el requisito de ausencia de heterocedasticidad al obtener un p-value en la prueba de 0.3943.

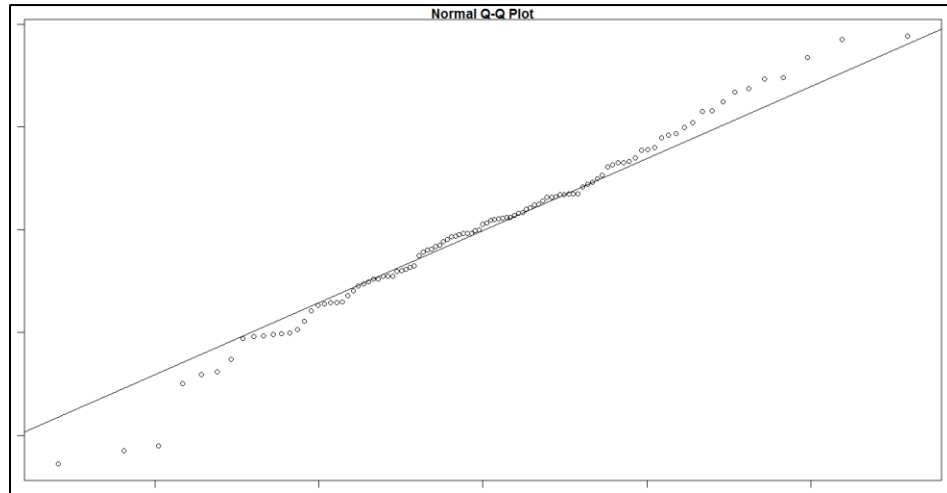


Figura 4.7 Normalidad de los residuos del modelo 1.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El segundo modelo que correspondió a aquel en el que las variables fueron tratadas como factores cualitativos, no cumplió con la prueba de normalidad al tener un p-value de 0.01469, sin embargo, la prueba de Breusch-Pagan mostró la ausencia de heterocedasticidad con un p-value de 0.3986 (ver Figura 4.8).

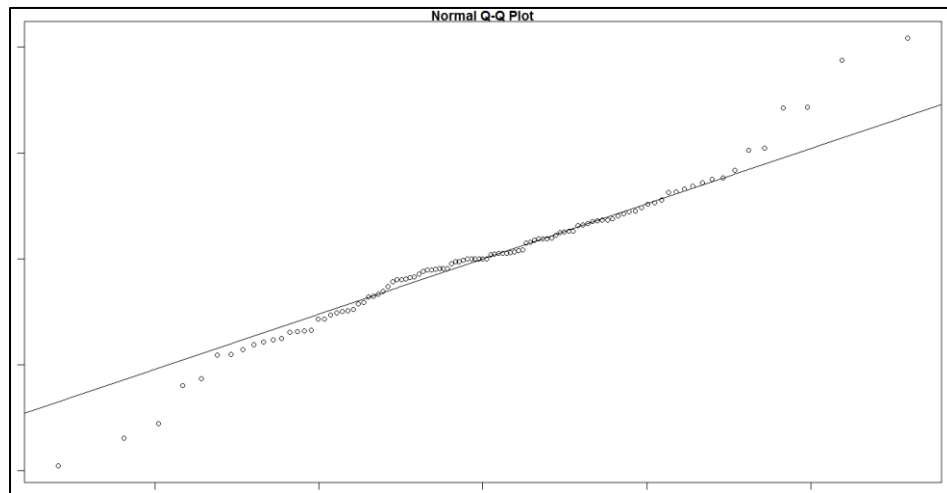


Figura 4.8 Normalidad de los residuos del modelo 2.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El modelo 3 pasó la prueba de normalidad con un p-value de 0.5789 así como la prueba de heterocedasticidad con un p-value de 0.06655 (ver Figura 4.9).

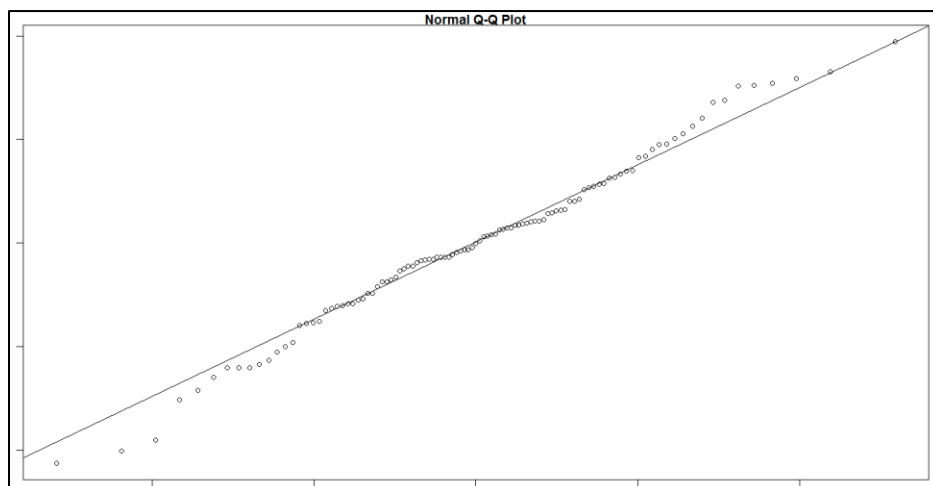


Figura 4.9 Normalidad de los residuos del modelo 3.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

En el modelo 1 se observó una correlación negativa baja entre la ingesta de alcohol y cigarros con el nivel de asistencia a clases; de igual forma se notó una correlación positiva baja entre el grado de motivación interna y la asistencia a clases, así como la eficiencia académica auto percibida y el grado de asistencia; se mostró una correlación positiva moderada entre la eficiencia académica auto percibida y la motivación del estudiante por culminar sus estudios (ver Figura 4.10).

La matriz de correlaciones no se pudo obtener para el segundo modelo ya que contenía variables cualitativas. Por su parte, el modelo 3 no mostro correlaciones bajas o moderadas entre sus predictores (ver Figura 4.11).

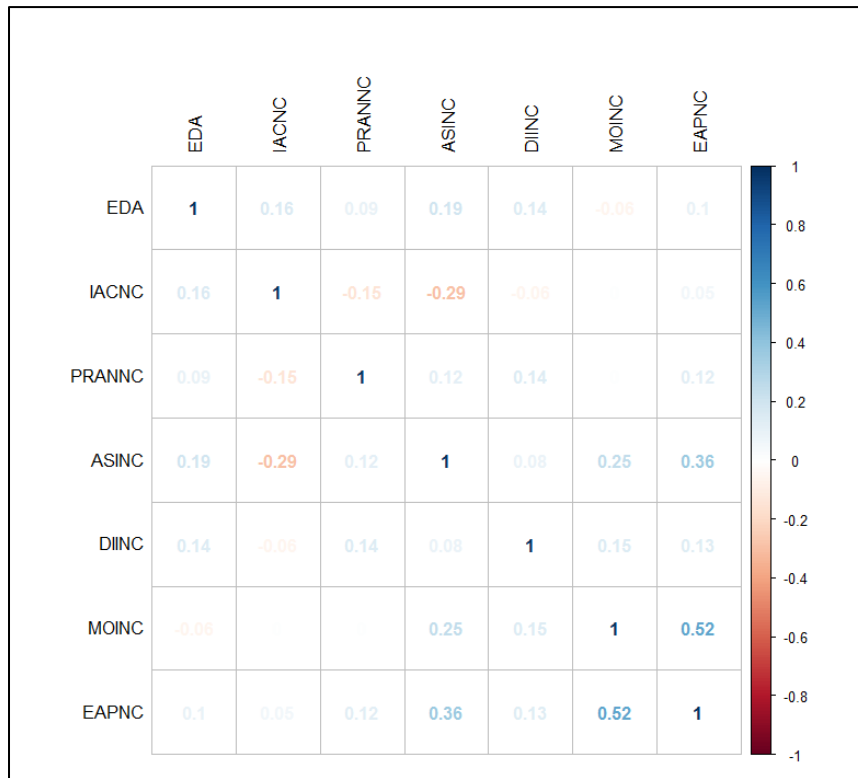


Figura 4.10 Correlaciones del modelo cuantitativo 1.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

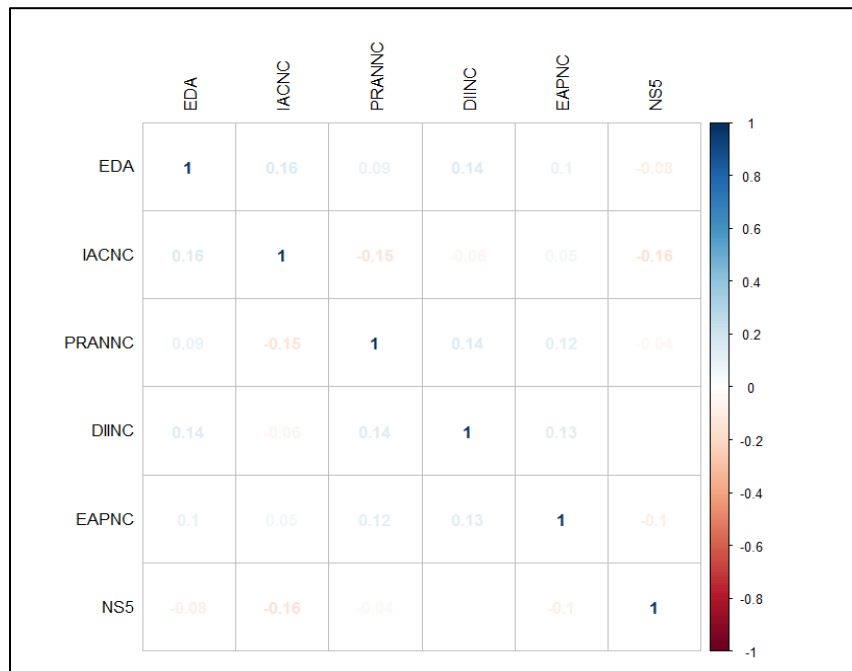


Figura 4.11 Correlaciones del modelo cuantitativo 3.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Los mejores dos modelos fueron el 1 y 3, siendo dos modelos de índole descriptiva. En base a los resultados obtenidos podemos concluir que el modelo 1 y 3 fueron bastante similares. Si bien el tercer modelo explicaba mayor porción de varianza del fenómeno y tenía una penalización menor en la R^2 ajustada, dicho modelo apenas alcanzaba significancia en la ausencia de heterocedasticidad; mientras que el modelo 1 cumplía con amplio criterio las pruebas de normalidad y heterocedasticidad, así mismo todos los factores del primer modelo eran significativos, mientras que en el tercer modelo la variable NS5 no fue significativa.

El modelo 1 tuvo como predictores la edad, la ingesta de alcohol y cigarrillos, el promedio del grado inmediato anterior, el nivel de asistencias a clases, el dominio del idioma inglés, el grado de motivación interna y la eficiencia académica auto percibida.

Se observó que la edad es una variable significativa, tal como fue reportado en el estado del arte, al igual que IAC que hace referencia a los hábitos saludables del estudiante; por otra parte, la variable PRAN llevó a pensar en la importancia del curriculum e historial académico del estudiante, así mismo, el dominio del idioma fue una problemática muy presente en la FI de la UAQ, su peso en el rendimiento académico quedó comprobado en este modelo. Por otro lado, la percepción del estudiante que tenía de sí mismo y de su desempeño, así como su nivel de motivación interna por culminar sus estudios de posgrado fueron factores psicosociales que a niveles cognitivos y conductuales tendieron a afectar el aprovechamiento del alumno.

En términos económicos, ambos modelos tanto el 1 como el 3 son viables a nivel monetario ya que para la obtención de sus predictores se requiere exactamente el mismo instrumento de medición.

Ambos modelos (modelo 1 y modelo 3) nos llevaron a confirmar la hipótesis planteada en la investigación, comprobando que efectivamente el rendimiento

académico de los alumnos universitarios y de posgrado puede ser caracterizado en función de perfiles personales, profesionales, académicos, familiares, sociodemográficos, socioeconómicos y psicosociales como base para el análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El análisis de covarianza se centró en la comparación entre los 3 modelos propuestos. Los resultados nos mostraron que la inclusión de factores diferentes entre cada uno de los modelos no era estadísticamente significativa. Los modelos comparten las variables EDA, IAC, PRAN y EAP, mientras que diferían en la inclusión de las variables ASI, CAR, DII, MOI y NS5 (ver Figura 4.12).

```
> anova(modelo16cu, modelo28c1, modelo10pcu)
Analysis of Variance Table

Model 1: PROMEDIO ~ EDA + IACNC + PRANNC + ASINC + DIINC + MOINC + EAPNC
Model 2: PROMEDIO ~ EDA + IAC + PRAN + CAR + EAP
Model 3: PROMEDIO ~ EDA + IACNC + PRANNC + DIINC + EAPNC + NS5
  Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F Pr(>F)
1      97 17.580
2      63 10.736 34    6.8439 1.1812 0.2793
3      98 17.217 -35   -6.4808 1.0866 0.3796
> |
```

Figura 4.12 ANOVA entre los 3 modelos planteados.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

En base a los resultados presentados en el análisis de covarianza se decidió hacer una última reducción al modelo, incluyendo únicamente los factores en común entre los 3 modelos. La ecuación inicial de la que se partió fue (ver Ecuación 4.7):

$$PROMEDIO \sim EDA + IACNC + PRANNC + EAPNC$$

Ecuación 4.7 Modelo sintetizado.

No obstante, no se decidió tomar en cuenta los resultados del ANOVA del modelo propuesto y su resumen estadístico; ya que los indicadores no fueron mejores en comparación con los modelos previos, obteniendo un r^2 del modelo fue de 0.5313 y la penalización por incluir términos innecesarios fue de 0.0187 reflejada mediante la r^2 ajustada cuyo valor fue de 0.5126.

Finalizado los análisis anteriores se procedió a realizarse diseños de experimentos naturales como se indicó en la metodología. El modelo 1 correspondiente a variables cuantitativas mostró que el promedio del alumno tendía a mejorar conforme la edad aumentaba, mientras la ingesta de alcohol y cigarrillos fuera nula o muy pocas veces a la semana, el promedio del grado inmediato anterior fuera superior a 8.0. Por otra parte, la asistencia modificaba el promedio del estudiante en aproximadamente 2 décimas conforme el alumno asistía con más frecuencia a clase; a su vez, el promedio mejoraba mientras mayor fuera el nivel de manejo del idioma inglés.

La motivación interna jugaba un papel contradictorio, ya que a pesar de modificar el promedio aproximadamente en 2 puntos porcentuales, a menor grado de motivación el promedio del alumno tendía a subir. No obstante, como se observó la motivación y la eficiencia académica auto percibida eran variables correlacionadas y a mayor auto valoración del desempeño del propio estudiante el promedio tendía a subir (ver Figura 4.13).

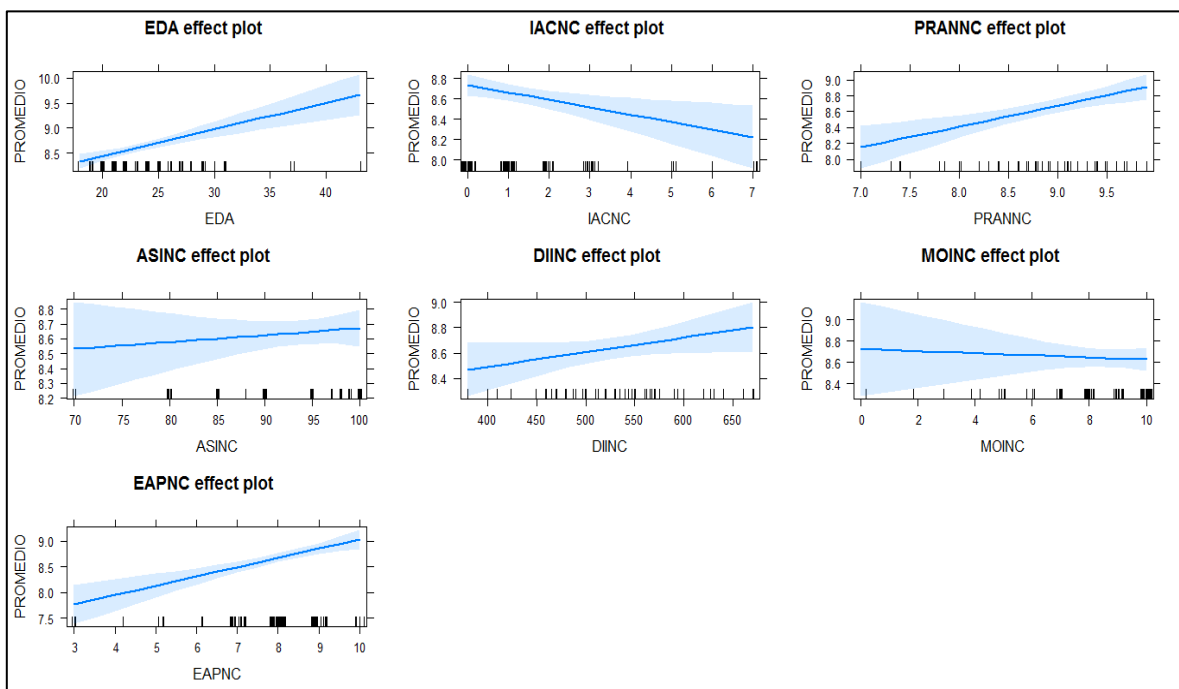


Figura 4.13 Gráficas de efectos de las variables del modelo 1 sobre el PROMEDIO.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Los resultados del diseño de experimentos del modelo 2 mostraron que los alumnos con 29 años son los que obtenían mejores notas, nuevamente se observó que a mayor rendimiento académico la ingesta de alcohol y tabaco tenía que ser poca (2 días a la semana), mientras que el promedio del grado anterior debería ser excelente (9-10) y la eficiencia académica auto percibida ser excelente (9-10). La carrera de la cual se esperaba un mejor rendimiento académico era el Doctorado en Ingeniería en Biosistemas (ver Figura 4.14).

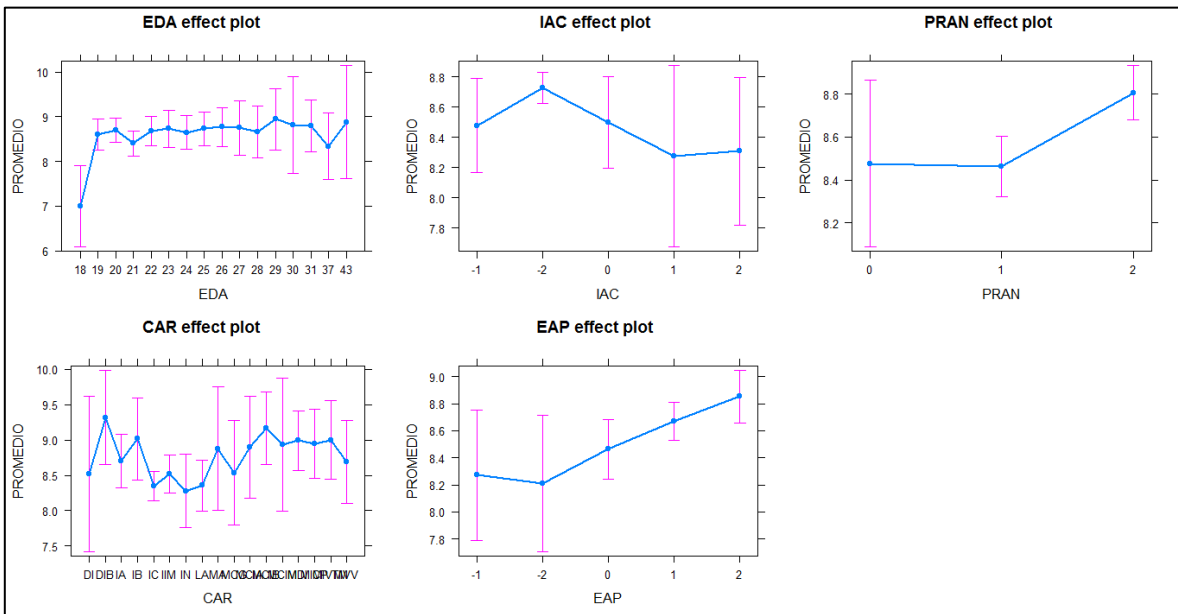


Figura 4.14 Gráficas de efectos de las variables del modelo 2 sobre el PROMEDIO.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El modelo 3 arrojó los siguientes hallazgos respecto a su diseño de experimento natural (ver Figura 4.15):

- ❖ El promedio tendía a aumentar a medida que la edad tendía a crecer.
- ❖ Se obtenía el mejor rendimiento académico cuando la ingesta de alcohol y cigarros era baja o prácticamente nula; haciendo notar que se alcanza el mejor rendimiento cuando el alumno no consumía dichas sustancias a la semana.
- ❖ El promedio del grado inmediato anterior debía tender a ser alto (por arriba de 9) para que reportara un mejor promedio actual del alumno.

- ❖ Nuevamente observamos que a medida que mejoraba el dominio del idioma inglés medido en puntaje TOEFL o equivalente el promedio del alumno tendía a mejorar.
- ❖ Si la eficiencia académica auto percibida era alta se obtenía un mejor promedio por parte del alumno.
- ❖ El promedio del estudiante tendía a mejorar si el número de personas que trabajaron durante el último mes en el hogar del alumno eran 2 o más.

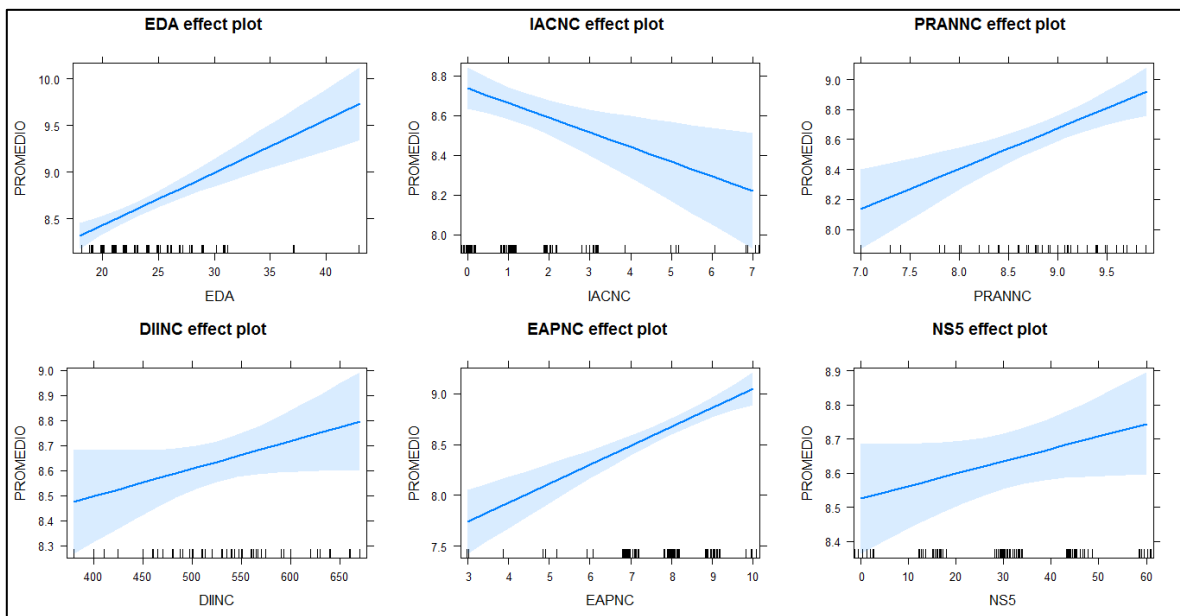


Figura 4.15 Gráficas de efectos de las variables del modelo 3 sobre el PROMEDIO.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Finalmente, como se describió en la metodología se hizo un análisis de componentes principales, las matrices de covarianzas y correlaciones que se obtuvieron se muestran en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8 Matriz de correlaciones.

| | EDA | IAC | TEX | MAC | PRAN | UDM | ASI | DII | APM | IAE | AMA | APG | MOI | EAP | NS1 | NS2 | NS3 | NS4 | NS5 | NS6 | NST | INF |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| EDA | 1 | 0.155858 | 0.161286 | -0.11343 | 0.090229 | -0.05757 | 0.194358 | 0.143799 | -0.03075 | -0.02392 | -0.24304 | -0.12991 | -0.05686 | 0.099101 | 0.179339 | -0.15148 | 0.076462 | 0.058713 | -0.08492 | -0.26362 | 0.039153 | 0.532928 |
| IAC | 0.155858 | 1 | 0.12994 | -0.27102 | -0.14678 | 0.011693 | -0.29261 | -0.06597 | -0.12303 | 0.131981 | -0.15945 | -0.21767 | 0.004332 | 0.052589 | 0.161144 | -0.14781 | -0.11908 | 0.115069 | -0.15806 | 0.12351 | -0.01369 | 0.021133 |
| TEX | 0.161286 | 0.12994 | 1 | -0.17145 | 0.033626 | 0.276997 | -0.03975 | 0.06688 | -0.07931 | 0.070291 | 0.100221 | -0.00713 | -0.00563 | -0.00712 | 0.068929 | 0.035939 | -0.03407 | -0.15973 | 0.021667 | 0.157567 | 0.032728 | 0.129632 |
| MAC | -0.11343 | -0.27102 | -0.17145 | 1 | -0.12143 | 0.028061 | 0.083346 | 0.027828 | 0.657147 | 0.05998 | 0.362655 | 0.22397 | 0.27076 | -0.02928 | 0.068554 | 0.095997 | 0.005877 | -0.11817 | -0.02269 | -0.05954 | 0.028247 | -0.00122 |
| PRAN | 0.090229 | -0.14678 | 0.033626 | -0.12143 | 1 | 0.03939 | 0.119988 | 0.144625 | -0.0758 | 0.02675 | -0.037 | -0.19956 | 0.004221 | 0.121154 | -0.00663 | -0.00078 | 0.151595 | 0.125304 | -0.03952 | -0.09679 | 0.041412 | 0.039929 |
| UDM | -0.05757 | 0.011693 | 0.276997 | 0.028061 | 0.03939 | 1 | -0.32788 | 0.009736 | 0.097388 | 0.073195 | 0.128636 | 0.16823 | -0.0304 | -0.16911 | -0.10386 | 0.052053 | -0.26636 | -0.11677 | 0.13612 | 0.132977 | -0.19262 | 0.08171 |
| ASI | 0.194358 | -0.29261 | -0.06597 | 0.06688 | 0.083346 | -0.32788 | 1 | 0.081686 | -0.02118 | 0.038989 | 0.033187 | -0.13521 | 0.247267 | 0.360375 | 0.213143 | -0.02684 | 0.106801 | 0.027408 | 0.068745 | -0.30841 | 0.15017 | 0.073439 |
| DII | 0.143799 | -0.06597 | 0.06688 | 0.027828 | 0.144625 | 0.009736 | 0.081686 | 1 | 0.089329 | 0.060284 | 0.143859 | -0.0134 | 0.14923 | 0.134644 | 0.24681 | 0.265046 | 0.238496 | 0.048652 | -0.00097 | 0.107645 | 0.298829 | 0.072503 |
| APM | -0.03075 | -0.12303 | -0.07931 | 0.657147 | -0.0758 | 0.097388 | -0.02118 | 0.089329 | 1 | 0.092602 | 0.390818 | 0.044182 | 0.334216 | 0.004909 | 0.160311 | 0.144383 | 0.066298 | -0.10421 | -0.14139 | -0.09569 | 0.062327 | 0.048308 |
| IAE | -0.02392 | 0.131981 | 0.070291 | 0.05998 | 0.02675 | 0.073195 | 0.038989 | 0.060284 | 0.092602 | 1 | 0.106083 | 0.115604 | 0.154952 | 0.097692 | 0.2232 | 0.09082 | 0.07081 | 0.099497 | -0.10217 | 0.141605 | 0.141086 | -0.05611 |
| AMA | -0.24304 | -0.15945 | 0.100221 | 0.362655 | -0.037 | 0.128636 | 0.033187 | 0.143859 | 0.390818 | 0.106083 | 1 | 0.094806 | 0.238545 | 0.017085 | 0.059097 | -0.01788 | -0.04968 | -0.11073 | -0.02737 | 0.114213 | -0.00581 | -0.0844 |
| APG | -0.12991 | -0.21767 | -0.00713 | 0.22397 | -0.19956 | 0.16823 | -0.13521 | -0.0134 | 0.044182 | 0.115604 | 0.094806 | 1 | 0.041436 | -0.06332 | -0.12943 | -0.01266 | -0.14306 | -0.18683 | 0.10023 | -0.04826 | -0.11905 | 0.019883 |
| MOI | -0.05686 | 0.004332 | -0.00563 | 0.27076 | 0.004221 | -0.0304 | 0.247267 | 0.14923 | 0.334216 | 0.154952 | 0.238545 | 0.041436 | 1 | 0.52072 | 0.23888 | 0.069616 | -0.06617 | 0.013424 | -0.15271 | -0.26027 | 0.046876 | 0.029099 |
| EAP | 0.099101 | 0.052589 | -0.00712 | -0.02928 | 0.121154 | -0.16911 | 0.360375 | 0.134644 | 0.004909 | 0.097692 | 0.017085 | -0.06332 | 0.52072 | 1 | 0.138437 | -0.02619 | 0.074091 | 0.11906 | -0.09952 | -0.25342 | 0.051715 | 0.105246 |
| NS1 | 0.179339 | 0.161144 | 0.068929 | 0.068554 | -0.00663 | -0.10886 | 0.213143 | 0.24681 | 0.160311 | 0.2232 | 0.069097 | -0.12943 | 0.23888 | 0.138437 | 1 | 0.437373 | 0.196247 | 0.186531 | -0.17734 | 0.061064 | 0.8901 | 0.090367 |
| NS2 | -0.15148 | -0.14781 | 0.035939 | 0.095997 | -0.00078 | 0.052053 | -0.02684 | 0.265046 | 0.144393 | 0.09082 | -0.01788 | -0.01266 | 0.069616 | -0.02619 | 0.437373 | 1 | 0.291646 | 0.338141 | -0.03466 | 0.437942 | 0.672667 | -0.03683 |
| NS3 | 0.076462 | -0.11908 | -0.03407 | 0.005877 | 0.151595 | -0.26636 | 0.106801 | 0.239496 | 0.066298 | 0.007081 | -0.04869 | -0.14306 | -0.06617 | 0.074091 | 0.156247 | 0.291646 | 1 | 0.08062 | 0.244326 | 0.18318 | 0.607527 | 0.1878 |
| NS4 | 0.058713 | 0.115069 | -0.15973 | -0.11817 | 0.125304 | -0.11677 | 0.027408 | 0.046652 | -0.10421 | 0.099497 | -0.11073 | -0.18683 | 0.013424 | 0.11906 | 0.186531 | 0.338141 | 0.089052 | 1 | -0.10958 | 0.239645 | 0.373967 | 0.07274 |
| NS5 | -0.08492 | -0.15806 | 0.021667 | -0.02269 | -0.03952 | -0.13612 | 0.068745 | -0.00097 | -0.14139 | -0.10217 | -0.02737 | 0.10023 | -0.15271 | -0.09952 | -0.17734 | -0.03486 | 0.244326 | 0.089052 | 1 | 1 | 0.163868 | -0.04472 |
| NS6 | -0.26362 | 0.12351 | 0.157567 | -0.05954 | -0.09679 | 0.132977 | -0.30841 | 0.107645 | -0.09569 | 0.141605 | 0.114213 | -0.04826 | -0.26027 | -0.25342 | 0.061064 | 0.437942 | 0.18318 | 0.239645 | -0.10958 | 1 | 0.163868 | -0.04472 |
| NST | 0.039153 | -0.01369 | 0.032728 | 0.028247 | 0.041412 | -0.19262 | 0.15017 | 0.298829 | 0.062327 | 0.141086 | -0.00581 | -0.11905 | 0.046876 | 0.051715 | 0.8901 | 0.672667 | 0.607527 | 0.373967 | 0.366782 | 0.40532 | 1 | 0.074523 |
| INF | 0.532928 | 0.021133 | 0.129632 | -0.00122 | 0.035929 | -0.08171 | 0.073439 | 0.072503 | 0.048308 | -0.05611 | -0.0844 | 0.019883 | 0.029099 | 0.105246 | 0.090367 | -0.03683 | 0.1878 | 0.07274 | -0.04472 | -0.22418 | 0.074523 | 1 |

Fuente: elaboración propia.

La Figura 4.16 muestra una representación gráfica de las correlaciones de las variables:

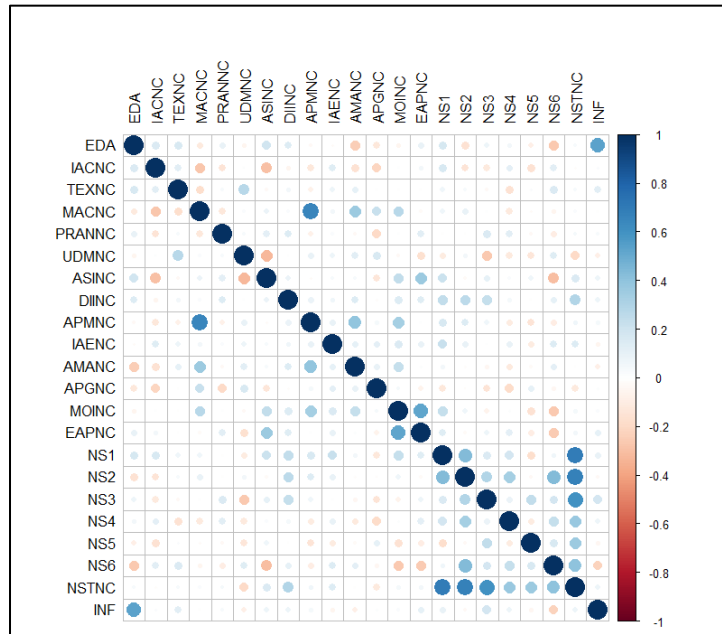


Figura 4.16 Matriz de correlaciones de las variables usadas para el análisis de componentes principales.

Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

Se realizó el análisis de componentes principales con media igual a 0 y desviación estándar igual a 1. Poder interpretar cada componente principal hasta alcanzar a explicar al menos 90% de la variación fue complejo; se decidió aplicar componentes principales a una regresión lineal.

En primer lugar, fue necesario dividir la muestra en dos conjuntos: 80% de los datos fueron usados para dar ajuste al modelo mientras que el 20% fue usado para la validación del mismo.

Se planteó un modelo que considerara todas y cada una de las variables cuantitativas. El ANOVA de dicho modelo arrojó que las variables EDA, IAC, PRAN, ASI, EAP y NS5 eran significativas (ver Figura 4.17), siendo un modelo significativo con un p-value = 1.111e-06, mientras que la R^2 fue de 0.6126 y la R^2 ajustada de 0.4814 (ver Figura 4.18).

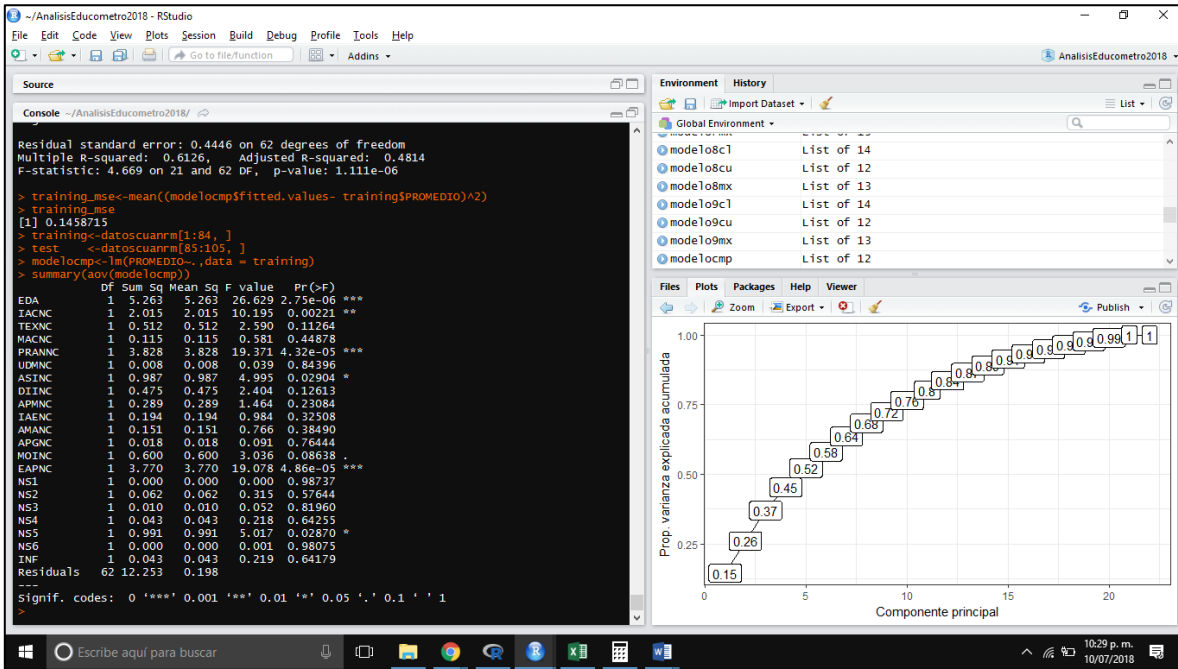


Figura 4.17 ANOVA de un modelo inicial con 22 variables cuantitativas.
 Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

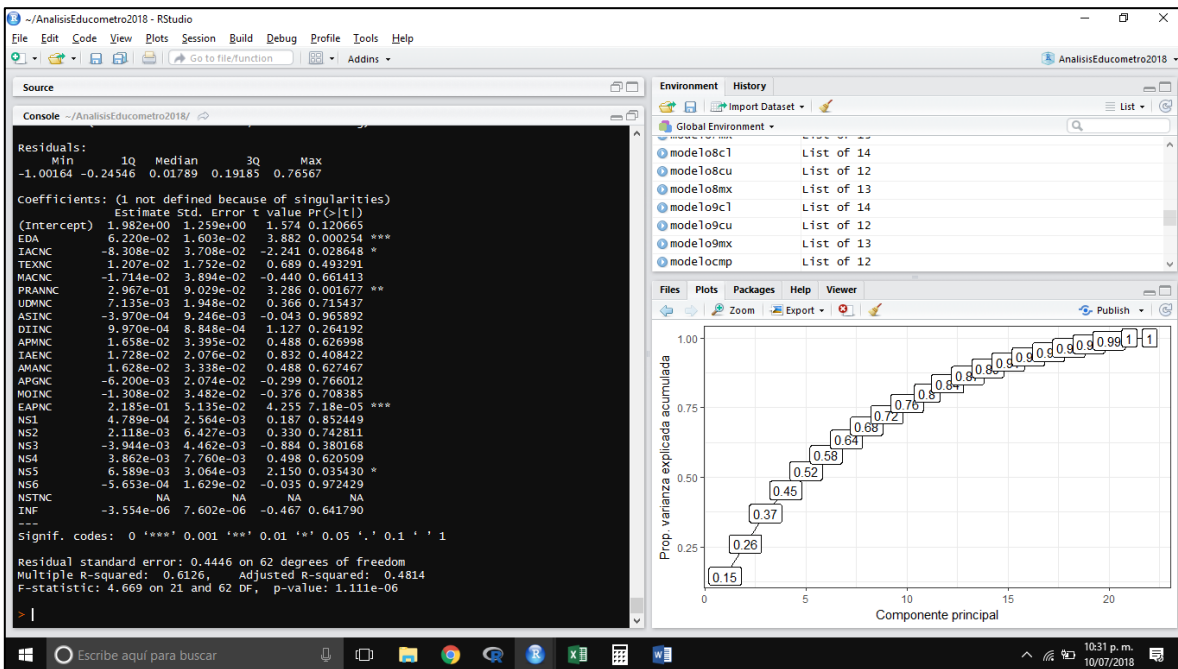


Figura 4.18 Resumen de un modelo inicial con 22 variables cuantitativas.
 Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El hecho de que el modelo fuera significativo, pero que muy pocos de los predictores lo fueran a nivel individual, era un indicativo de una posible redundancia entre los predictores (colinealidad).

Para determinar qué tan bueno era el modelo prediciendo nuevas observaciones que no participaron en el ajuste, se determinó el error cuadrático medio (MSE) para la estimación del error de predicción. El MSE fue de 0.1458 empleando las observaciones de entrenamiento (conjunto de datos empleado para el ajuste), mientras que el MSE fue de 0.1958 empleando nuevas observaciones (conjunto de datos empleado para la validación).

Se observó que el modelo tenía un MSE muy bajo cuando predice las mismas observaciones con las que fue entrenado, pero más alto al predecir nuevas observaciones. Esto significó que el modelo no era útil, ya que el objetivo era aplicarlo para predecir el rendimiento académico de los alumnos de la Fi de la UAQ usando el promedio como indicador. A este problema se le conoce como overfitting. Una de las causas por las que un modelo puede sufrir overfitting es la incorporación de predictores innecesarios, que no aportan información o que la información que aportan es redundante.

Se recurrió en primer lugar a la selección de predictores mediante stepwise selection empleando el AIC como criterio de evaluación, obteniendo un modelo con los siguientes predictores: EDA, IAC, PRAN, DII, EAP y NS5. El número de predictores del modelo resultante fue de 7 elementos incluyendo la intercepción.

Al haber eliminado predictores del modelo, el MSE de las observaciones de entrenamiento aumentó, en este caso de 0.1458 a 0.1596, pero el MSE del conjunto de datos de validación se redujo a 0.1931.

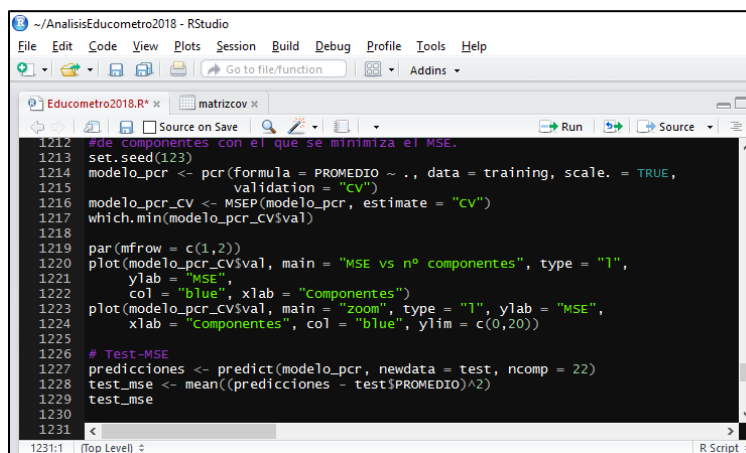
Véase ahora los resultados obtenidos al ajuste del modelo empleando los componentes principales.

El resumen de componentes principales para el conjunto de datos de entrenamiento o de ajuste mostro que la explicación de mínimo el 90% de la varianza se alcanzó hasta el componente número 15.

Obtenido el valor de los componentes para cada observación, se ajustó el modelo lineal empleando dichos valores junto con la variable respuesta que le correspondía a cada observación. En relación a la proporción de varianza acumulada, se emplearon los 15 primeros componentes, ya que explicaron el 91.54% de la varianza.

El MSE obtenido respecto a las observaciones de prueba o validación (0.2454) para el modelo que emplea como predictores los 15 primeros componentes fue mayor que el obtenido con el modelo generado por stepwise selection (0.1931) e incluso que el obtenido incluyendo todos los predictores (0.1958). Esto significó que el hecho de emplear componentes principales como predictores no es útil para este caso, o que el número de componentes incluido no es el adecuado.

La función *pcr()* incluye la posibilidad de recurrir a cross validation para identificar el número óptimo de componentes con el que se minimiza el MSE (ver Figura 4.19). Dicho procedimiento se realizó con el siguiente condigo:



```
1212 #de componentes con el que se minimiza el MSE.
1213 set.seed(123)
1214 modelo_pcr <- pcr(formula = PROMEDIO ~ ., data = training, scale. = TRUE,
1215 validation = "cv")
1216 modelo_pcr_cv <- MSEP(modelo_pcr, estimate = "cv")
1217 which.min(modelo_pcr_cv$val)
1218
1219 par(mfrow = c(1,2))
1220 plot(modelo_pcr_cv$val, main = "MSE vs nº componentes", type = "l",
1221 ylab = "MSE",
1222 col = "blue", xlab = "Componentes")
1223 plot(modelo_pcr_cv$val, main = "zoom", type = "l", ylab = "MSE",
1224 xlab = "componentes", col = "blue", ylim = c(0,20))
1225
1226 # Test-MSE
1227 predicciones <- predict(modelo_pcr, newdata = test, ncomp = 22)
1228 test_mse <- mean((predicciones - test$PROMEDIO)^2)
1229 test_mse
1230
1231
```

Figura 4.19 Instrucciones en RStudio para realizar cross validation.
Fuente: elaboración propia en RStudio (2018).

El número óptimo de componentes principales identificado por cross validation fue de 22. Empleando este número en la regresión de componentes principales (PCR) se consigue reducir el MSE del conjunto de validación a 0.1990, un valor por debajo del conseguido con los otros modelos.

El método del Mínimo Cuadrático Parcial o en inglés Partial Least Squares (PLS) es similar al método PCR dado que ambos emplean los componentes principales resultantes como predictores. La diferencia es que, mientras PCR ignora la variable respuesta para determinar las combinaciones lineales, PLS busca aquellas que, además de explicar la varianza observada, predican la variable de respuesta lo mejor posible.

Al igual que en PCR, para poder evaluar la capacidad predictiva del modelo, se dividieron las observaciones disponibles en dos grupos: uno de entrenamiento para ajustar el modelo (80% de los datos) y uno de prueba o validación (20% de los datos).

La función *pls()* del paquete *pls* ajusta modelos por Mínimo Cuadrático Parcial e incluye la posibilidad de recurrir a cross validation para identificar el número óptimo de componentes con el que se minimiza el MSE.

Si se comparan los resultados obtenidos por PCR y PLS se observa que el número de componentes óptimo es inferior en PLS, siendo 21 en vez de 22. Esto es debido a que el proceso de PLS incluyó información adicional a través de la variable respuesta. El método PLS consiguió un MSE de las observaciones de prueba o validación ligeramente inferior al obtenido por PCR (0.1972).

Los resultados presentados a lo largo de este capítulo fueron útiles para la elaboración del software auxiliar mencionado a lo largo de la tesis, consiguiendo una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android, dicho software quedó en una fase beta con un módulo de adquisición de datos completo y el resto

de los módulos en fase de desarrollo y validación. Cabe mencionar que el software sería puesto a prueba por los docentes en futuros periodos escolares.

El software tuvo un icono ilustrativo de la educación, el cual se apreciaba como logo del programa dentro de la lista de las aplicaciones del dispositivo móvil (ver Figura 4.20). Una vez iniciado el software el usuario podía observar un menú principal que constaba de 5 botones que servían para acceder a cada uno de los módulos que componen al programa (ver Figura 4.21).

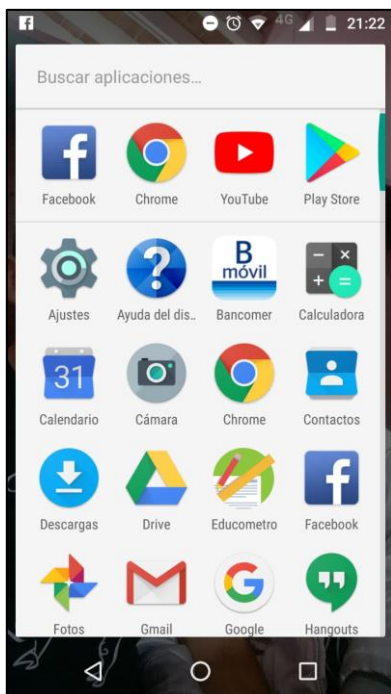


Figura 4.20 Icono de la aplicación.
Fuente: elaboración propia.



Figura 4.21 Menú del software educometro.
Fuente: elaboración propia.

Al iniciar el software el usuario podía navegar entre cada uno de los módulos y tener acceso a sus respectivas funciones; ejemplo de ello es al entrar al menú “medir”, el usuario tenía que seleccionar que acción deseaba realizar con la información, si guardar nueva información, modificar datos existentes o visualizar información previamente registrada (ver Figura 4.22).

Una vez seleccionada la acción a realizar el usuario tenía que indicar el elemento del proceso de enseñanza-aprendizaje (ver Figura 4.23) y posteriormente elegir la dimensión o categoría de las variables con las cuales se iba a trabajar (ver Figura 4.24).



Figura 4.22 Acciones posibles a realizar en el menú medir.

Fuente: elaboración propia.

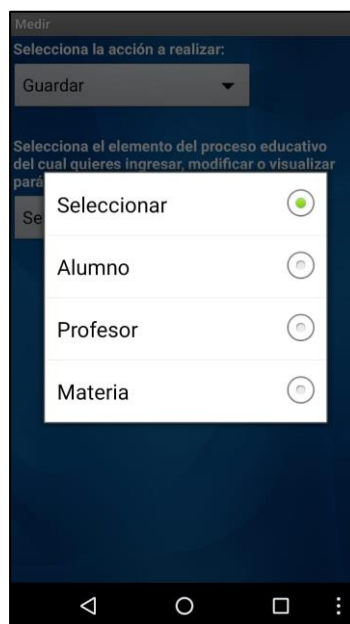


Figura 4.23 Elementos del proceso disponibles.

Fuente: elaboración propia.

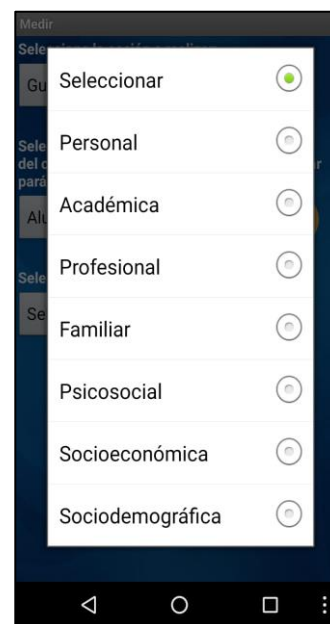


Figura 4.24 Dimensiones de las variables a medir.

Fuente: elaboración propia.

Cada dimensión ofrecía un formulario con el conjunto de variables correspondiente a la categoría seleccionada (ver Figura 4.25); en dicho formulario el usuario encontraba campos abiertos y de selección múltiple en los cuales ingresaba la información pertinente. Dicha información sería cotejada con los registros provistos por el estudiante con la finalidad de validar la información proporcionada por ambas partes.

El resto de los módulos operaba de manera similar, cada uno tenía acciones que se podían realizar respecto a un elemento del proceso de enseñanza aprendizaje y ofrecía la posibilidad de visualización de datos, ingreso o modificación de información, así como su eliminación total (ver Figura 4.26, 4.27, 4.28 y 4.29).

Medir

Selecciona la categoría del parámetro:
Personal

Nombre

Expediente

Edad

Género

Nacionalidad

Ingesta de alcohol (días)

Ingesta de tabaco (días)

Tiempo dedicado a actividades extracurriculares (horas)

Figura 4.25 Formulario de variables.
Fuente: elaboración propia.

Menú de estadísticas

Universidad Autónoma de Querétaro | Primero

Alumnos

Asignaturas

Figura 4.26 Menú de estadísticas.
Fuente: elaboración propia.

Calificaciones

| | | | | | | | | |
|--------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Examen | 1er Bimestre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2do Bimestre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3er Bimestre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4to Bimestre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5to Bimestre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1er Bimestre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 4.27 Formulario para ingresar calificaciones en periodos predeterminados.
Fuente: elaboración propia.

Seguimiento

Nombre Id

Matriz FODA **Fortalezas** **Debilidades**

Guardar Enlista las fortalezas del alumno Enlista las debilidades del alumno

Oportunidades **Estrategia MAX-MAX** **Estrategia MIN-MAX**

Enlista las oportunidades del entorno Estrategias usando las FORTALEZAS para maximizar las OPORTUNIDADES Estrategias para minimizar las DEBILIDADES aprovechando las OPORTUNIDADES

Amenazas **Estrategia MAX-MIN** **Estrategia MIN-MIN**

Enliste las amenazas del entorno Estrategias usando las FORTALEZAS para minimizar las AMENAZAS Estrategias para minimizar las DEBILIDADES evitando las AMENAZAS

Figura 4.28 Formulario para dar seguimiento a los alumnos a través de una matriz FODA.
Fuente: elaboración propia.

Evaluación integral

| | Conceptual | | Procedimental | | Actitudinal | | | |
|-----------------|------------|--------------------------|---------------|--------------------------|-------------|--------------------------|---|---|
| Ponderación | 0 | | 0 | | 0 | | | |
| Calcular | 0 | | 0 | | 0 | | | |
| | Rubro | Ponderación/Calificación | Rubro | Ponderación/Calificación | Rubro | Ponderación/Calificación | | |
| Examen | 0 | 0 | Exposiciones | 0 | 0 | Responsabilidad | 0 | 0 |
| Tareas | 0 | 0 | Proyectos | 0 | 0 | Respeto | 0 | 0 |
| Prod. Sesión | 0 | 0 | Textos | 0 | 0 | Tolerancia | 0 | 0 |

Figura 4.29 Formulario para realizar una evaluación integral con aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
Fuente: elaboración propia.

Como se pudo observar fueron varios los análisis realizados a lo largo de la tesis, la mayoría de ellos nos condujeron a las mismas conclusiones en las cuales podemos afirmar que en base a pruebas y estándares estadísticos la edad del alumno, la ingesta de alcohol y/o cigarrillos, el promedio del grado inmediato anterior, el porcentaje de asistencia a clases, el dominio del idioma inglés, la eficiencia académica auto percibida y grado de motivación del alumno por culminar sus estudios universitarios eran los mejores predictores del rendimiento académico

del estudiante medido a través del promedio global reportado en las actas y en el portal de la UAQ.

En base a los resultados obtenidos se pudo elaborar una lista de acciones recomendadas para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes:

- ❖ Se podría ajustar el mapa curricular de las carreras para que la dificultad de las asignaturas fuera incrementando a medida del crecimiento del estudiante.
- ❖ Inculcar hábitos saludables en los alumnos y ofrecerles un apoyo psicológico a aquellos que se encuentren en una situación de riesgo debido a ingesta de sustancias tóxicas.
- ❖ Elaborar un proceso de admisión aún más completo en cada una de las carreras, teniendo en cuenta el historial previo del estudiante en escuelas anteriores.
- ❖ Ofrecer cursos del idioma inglés enfocados en la preparación para la obtención de una certificación.
- ❖ Diseñar el programa de las materias para que puedan ser abordado tanto en inglés como en español.
- ❖ Fomentar el idioma inglés mediante la elaboración de tareas, escritos y presentaciones referentes a la materia.
- ❖ Brindarle al estudiante sesiones psicológicas de manera regular, como requisito para alguna materia o de forma institucional.
- ❖ Fomentar la auto evaluación objetiva en las materias.
- ❖ Dar un seguimiento al nivel de ausentismo de los alumnos de la FI.
- ❖ Fomentar la cultura de evaluación y retroalimentación entre cada uno de los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo una evaluación continua tanto del alumno, como del maestro, la facultad, los administrativos y el ambiente universitario.

Si bien las acciones listadas previamente son parte de una sugerencia, es importante mencionar que la educación tiene que ser un traje hecho a la medida de cada institución, facultad, materia e incluso alumno. Los alumnos son elementos vivos de un proceso de enseñanza-aprendizaje, sujetos que cambian sus comportamientos y pensamientos de manera continua, es por ellos que se invita a los futuros investigadores de este tema y a los maestros a estudiar las fluctuaciones a lo largo del tiempo en el ámbito educativo.

5. CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo caracterizar el aprovechamiento de los estudiantes de la FI de la UAQ como variable dependiente de un perfil personal, profesional, académico, familiar, sociodemográfico, socioeconómico y psicosocial correspondiente al alumno durante el periodo enero-agosto de 2018 con la finalidad de identificar los principales factores de variación que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para alcanzar dicho objetivo, primero se realizó una investigación a fondo del estado del arte y se aplicó un mapeo de relevancia cuya finalidad fue identificar las variables mayormente estudiadas y frecuentemente significativas. Los resultados mostraron que el rendimiento académico ha sido caracterizado con más frecuencia usando variables correspondientes a las dimensiones académicas, personales, familiares y psicosociales. Aunado a lo anterior se identificó que la mayoría de las investigaciones eran provenientes de Estados Unidos, Europa y países latinoamericanos.

A partir de los resultados obtenidos en el mapeo de relevancia, se procedió a crear modelos matemáticos que partieran de una ecuación matemática que incluyo variables personales, académicas, familiares, psicosociales, profesionales, sociodemográficas y socioeconómicas. A través de dichos planteamientos se cumplió con el objetivo general de la tesis, obteniendo como mejor modelo el número 1.

Así mismo, se planteó identificar las características idóneas para lograr un rendimiento académico alto reflejado con un promedio de 8.5 en adelante mediante un diseño de experimentos comparando los programas de licenciatura y de posgrado de la FI. Esto se alcanzó mediante el diseño de experimentos el cual revelo que los alumnos de la FI conseguían un promedio de 8.5 o superior cuando el alumno: alcanza una madurez a la edad de 21 años en adelante, tiene una ingesta máxima de alcohol y/o cigarrillos de 3 días a la semana, cuando presenta un

desempeño del semestre o grado inmediato anterior de 8.5, asista mínimamente al 70% de las clases, tenga un dominio mínimo de inglés de 400 puntos TOEFL o equivalente; y una eficiencia académica auto percibida mínima de 7, es decir, que se perciba como un estudiante regular en adelante.

A través de la regresión lineal múltiple se identificaron los factores significativos a un 95% o más que tienen efecto y aportan variación al rendimiento académico de los alumnos inscritos durante el periodo enero-agosto de 2018. Los resultados mostraron que la edad, la ingesta de alcohol y o cigarrillos, el promedio del semestre o grado inmediato anterior, el nivel de asistencia, el dominio del idioma inglés, la motivación interna del alumno y su eficiencia auto percibida fueron los factores con significancia.

La edad tiene un efecto importante sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Anteriormente, se aceptaba por muchos especialistas de la docencia que el aprendizaje se encontraba limitado a unas etapas determinadas: la infancia y la juventud. Sin embargo, en las últimas décadas esta concepción ha ido evolucionando progresivamente, y actualmente se tiene asumido que los procesos de aprendizaje se producen a lo largo y ancho de la vida. A lo largo, porque se puede dar en cualquier etapa de la existencia de una persona: infancia, juventud, adultez y vejez, y a lo ancho porque puede tener lugar en múltiples contextos y con diferentes agentes (educación formal, no formal e informal).

Cabe destacar que el aprendizaje en la etapa adulta tiene unas características definitorias y diferenciales, que abarcan desde los rasgos psicológicos de la edad adulta y los espacios donde se desarrolla, hasta los contenidos que pueden abordarse en cada etapa. La adultez es la etapa comprendida entre los 18 y los 60 años. Es durante el transcurso de esta etapa vital, cuando el individuo alcanza su desarrollo biológico y psíquico, consolidándose el desarrollo de la personalidad y el carácter (Vicente, 2015).

El paso de la edad impacta el rendimiento académico dado que a medida que el alumno avanza en la adultez, biológicamente las funciones alcanzan su máximo funcionamiento y se estabilizan, lo cual se traduce en seguridad, poder, dominio, fortaleza, energía y resistencia física. Además de un funcionamiento intelectual consolidado.

A nivel psicológico, la sensación de dominio se manifiesta en un sentimiento de autonomía, lo cual permite utilizar la energía de una forma más eficiente, así como controlar las emociones. En el plano social son los años más importantes de toda la vida, ya que es cuando se consolida la identidad y comienza la realización del proyecto de vida (Vergel-Ortega et al., 2016).

A partir de los resultados expuesto se cumplió con el objetivo 3 el cual consistía en elaborar una propuesta de acciones correctivas y preventivas para mejorar el rendimiento académico del estudiante a través de los resultados obtenidos de los análisis estadísticos. Dichas acciones se enlistan al final del apartado de resultados y discusión. Se deja a futuras investigaciones corroborar el nivel de impacto sobre del rendimiento académico de las acciones propuestas en la presente tesis.

Finalmente, el objetivo 5 de elaborar un prototipo de software para monitorear el rendimiento académico del estudiante, se alcanzó a través del desarrollo de un prototipo en App Inventor, no obstante, al igual que con las acciones correctivas, se deja a futuros trabajos de investigación la validación de cada uno de los módulos y la corroboración de la utilidad de dicho software.

En resumen, en base a lo expuesto en la presente tesis, podemos afirmar que el rendimiento académico de los alumnos universitarios y de posgrado puede ser caracterizado en función de perfiles personales, escolares y psicosociales como base para el análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje y la eficiencia terminal de los programas educativos de la FI de la UAQ. Así mismo, a partir de la presente

investigación se establece una pauta y una línea base para futuros estudios educativos realizados a nivel superior a programas de ingeniería y que a futuro se podría extrapolar a otras facultades, universidades e incluso niveles educativos, así como países.

6. REFERENCIAS

- Abd-Elmotalieb, M., y S. Saha. 2013. The Role of Academic Self-Efficacy as a Mediator Variable between Perceived Academic Climate and Academic Performance. *J. Educ. Learn.* 2. doi:<http://dx.doi.org/10.5539/jel.v2n3p117>.
- Abdulghani, H. M., A. A. Al-Drees, M. S. Khalil, F. Ahmad, G. G. Ponnampereuma, y Z. Amin. 2014. What factors determine academic achievement in high achieving undergraduate medical students? A qualitative study. *Med. Teach.* 36:S43–S48. doi:10.3109/0142159X.2014.886011. Available from: <https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.886011>
- Acevedo, D., S. Cavadia, y A. Alvis. 2015. Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena (Colombia). *Form. Univ.* 8:15–22. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373544191010>
- Ahmad, S. Z., A. R. A. Bakar, y N. Ahmad. 2018. An evaluation of teaching methods of entrepreneurship in hospitality and tourism programs. *Int. J. Manag. Educ.* 16:14–25. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.11.002>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472811716300659>
- Albor, G. R., M. A. Dau, y J. L. R. Ruíz. 2014. Calidad institucional y rendimiento académico: El caso de las universidades del Caribe colombiano. *Perfiles Educ.* 36:10–29. doi:[https://doi.org/10.1016/S0185-2698\(14\)70607-5](https://doi.org/10.1016/S0185-2698(14)70607-5). Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185269814706075>
- Alfonso, G. P. 2015. LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS. UNA INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA APLICADA: Editorial UNED. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=wtwIBgAAQBAJ>
- Ali, S., Z. Haider, F. Munir, H. Khan, y A. Ahmed. 2013. Factors Contributing to the Students Academic Performance: A Case Study of Islamia University Sub-Campus. *Am J Educ Res.* 1:283–289.
- AMAI. 2018. Índice de Niveles Socioeconómicos. Available from: <http://nse.amai.org/nseamai2>

- Amuda, B. G., A. K. Bulus, y H. P. Joseph. 2016. Marital Status and Age as Predictors of Academic Performance of Students of Colleges of Education in the North-Eastern Nigeria. *Am. J. Educ. Res.* 4:896–902. doi:10.12691/education-4-12-7. Available from: <http://pubs.sciepub.com/education/4/12/7>
- Anderson, A. S., y D. J. Good. 2017. Increased body weight affects academic performance in university students. *Prev. Med. Reports.* 5:220–223. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.12.020>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211335516301723>
- Aragón, M. 2014. El proceso de investigación comercial (Marketing en la actividad comercial): Editorial Editex. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=q57KBAAAQBAJ>
- Aramburo, V., B. Boroel, y G. Pineda. 2017. Predictive Factors Associated with Academic Performance in College Students. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 237:945–949. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.133>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042817301337>
- Arshad, M., S. M. Zaidi, y D. Khalid Mahmood. 2015. Self-Esteem & Academic Performance among University Students. *J. Educ. Pract.* 6:2015.
- Arthur, J. 2016. *Lean Six Sigma for Hospitals: Improving Patient Safety, Patient Flow and the Bottom Line, Second Edition.* McGraw-Hill Education. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=pTioDAAAQBAJ>
- Atinaf, W., y P. Petros. 2016. Socio Economic Factors Affecting Female Students Academic Performance at Higher Education. *Heal. Care Curr. Rev.* 4. doi:10.4172/2375-4273.1000163. Available from: <http://www.esciencecentral.org/journals/socio-economic-factors-affecting-female-students-academic-performance-at-higher-education-2375-4273-1000163.php?aid=70644>

- Avendaño, C., K. Gutiérrez, C. Salgado, y M. Dos-Santos. 2016. Rendimiento Académico en Estudiantes de Ingeniería Comercial: Modelo por Competencias y Factores de Influencia. *Form. Super. Univ.* 9:3–10. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062016000300002&nrm=iso
- Ayodele, C., y D. Adebiji. 2013. STUDY HABITS AS INFLUENCE OF ACADEMIC PERFORMANCE OF UNIVERSITY UNDERGRADUATES IN NIGERIA. *Res. J. Organ. Psychol. Educ. Stud.*
- Aziz, R. W. A., A. Shuib, W. N. H. W. A. Aziz, N. M. Tawil, y A. H. M. Nawawi. 2013. Pareto Analysis on Budget Allocation for Different Categories of Faculties in Higher Education Institution. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 90:686–694. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.141>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813020296>
- Azmi, N., A. Mhd Ali, X.-L. Wong, E. Kumolosasi, J. A. Jamal, y T. Paraidathatu. 2014. Internal factors Affecting Academic Performance among Pharmacy Students in Malaysian Public Institutions of Higher Learning. *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 48:26–33. doi:10.5530/ijper.48.3.5. Available from: <http://www.ijper.org/article/28>
- Banerjee, P. A. 2016. A systematic review of factors linked to poor academic performance of disadvantaged students in science and maths in schools. S. Lamb, editor. *Cogent Educ.* 3:1178441. doi:10.1080/2331186X.2016.1178441. Available from: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1178441>
- Barahona, P. 2014. Factores determinantes del rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad de Atacama. *Estud. Pedagógicos.* XL:25–39. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173531772002>

- Bärnighausen, T., P. Tugwell, J.-A. Røttingen, I. Shemilt, P. Rockers, P. Geldsetzer, J. Lavis, J. Grimshaw, K. Daniels, A. Brown, J. Bor, J. Tanner, A. Rashidian, M. Barreto, S. Vollmer, y R. Atun. 2017. Quasi-experimental study designs series—paper 4: uses and value. *J. Clin. Epidemiol.* 89:21–29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.03.012>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895435617302834>
- Barraza, A., y L. Hernández. 2015. AUTOEFICACIA ACADÉMICA Y ESTRÉS. ANÁLISIS DE SU RELACIÓN EN ALUMNOS DE POSGRADO. *Diálogos Educ.* 21–39. Available from: <http://www.dialogoseducativos.cl/revistas/n30/barraza.pdf>
- Barraza, R., y M. González. 2016. Rendimiento académico y autopercepción de inteligencias múltiples e inteligencia emocional en universitarios de primera generación. *Rev. Actual. Investig. en Educ.* 1–23. doi:<https://doi.org/10.15517/aie.v16i2.23930>. Available from: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/23930/24092>
- Beauvais, A. M., J. G. Stewart, S. DeNisco, y J. E. Beauvais. 2018. Factors related to academic success among nursing students: A descriptive correlational research study. *Nurse Educ. Today.* 34:918–923. doi:[10.1016/j.nedt.2013.12.005](https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.12.005). Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2013.12.005>
- Beneyto, S. 2015. ENTORNO FAMILIAR Y RENDIMIENTO ACADÉMICO. *3ciencias*. Available from: <https://www.3ciencias.com/libros/libro/entorno-familiar-y-rendimiento-academico/>
- Berkeley (Lawrence Hall of Science/UC Berkeley). 2016. What is Learning? Berkeley Cent. Teach. & Learning. Available from: <https://teaching.berkeley.edu/resources/learn/what-learning>
- Bernal, S. ., M. . Martínez, A. . Parra, y J. . Jiménez. 2015. Investigación Documental Sobre Calidad De La Educación En Instituciones Educativas Del Contexto Iberoamericano. *Entramados- Educ. y Soc.* 2:107–124.

- von Bertalanffy, L., W. Hofkirchner, y D. Rousseau. 2015. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. George Braziller Incorporated. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=N6-woQEACAAJ>
- Beukelman, T., y H. I. Brunner. 2016. Chapter 6 - Trial Design, Measurement, and Analysis of Clinical Investigations. En: R. E. Petty, R. M. Laxer, C. B. Lindsley, y L. R. Wedderburn, editores. *Textbook of Pediatric Rheumatology (Seventh Edition)*. Seventh Ed. W.B. Saunders, Philadelphia. p. 54–77.e2. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323241458000065>
- Boonstra, C. 2015. What makes a quality education? *World Econ. Forum*. Available from: <https://www.weforum.org/agenda/2015/09/what-makes-a-quality-education/>
- Borge, B. 2015. MODELOS Y REPRESENTACIÓN EN EL ESTRUCTURALISMO EMPIRISTA DE BAS VAN FRAASSEN. *Prax. Filosófica*. 27–42. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209042793002>
- Bosman, A. 2015. The relationship between student academic achievement and student learning styles in a multicultural senior school. *University of South Africa*.
- Campos, A. P. 2014. Relación entre autoestima, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de 2 licenciaturas de la Universidad Autónoma de Querétaro. *Universidad Autónoma de Querétaro*.
- Carrillo, S., y J. Ríos. 2013a. Trabajo y rendimiento escolar de los estudiantes universitarios. El caso de la Universidad de Guadalajara, México. *Rev. la Educ. Super.* 09–34. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602013000200001&lng=es&tlng=es.
- Carrillo, S., y J. G. Ríos. 2013b. *Revista de la Educación Superior*. *Rev. la Educ. Super.* XLII (2):9–34.

- Castro-Villarreal, F., N. Guerra, D. Sass, y P.-H. Hseih. 2014. Models of pre-service teachers' academic achievement: The influence of cognitive motivational variables. *J. Scholarsh. Teach. Learn.* 14:71–95. doi:10.14434/josotl.v14i2.4015. Available from: <https://josotl.indiana.edu/article/view/4015>
- Castro, S., A. B. Paternina, y M. R. Gutiérrez. 2014. Factores pedagógicos relacionados con el rendimiento académico en estudiantes de cinco instituciones educativas del distrito de Santa Marta, Colombia. *Rev. Intercont. Psicol. y Educ.* 16:151–169. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80231541009>
- Cavallo, M., C. Vázquez, M. Secreto, L. Ruiz, y M. Escobar. 2013. FACTORES INCIDENTES EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DESDE LA PERSPECTIVA DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS ECONÓMICAS. Decimoctavas Jornadas "Investigaciones en la Fac. Ciencias Económicas y Estadística. Noviembre 2013. 15. Available from: <http://hdl.handle.net/2133/7561>
- Cazau, P. 2012. *Diccionario de Teoría General de Los Sistemas*. EAE. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=kRIzLgEACAAJ>
- Cekiso, M. 2015. English Language Proficiency as a Predictor of Academic Achievement among Primary English First Additional Language Learners in South Africa.
- Champion, T., y S. Kolawole. 2017. Sleep quality and academic performance among Nigerian undergraduate students. *J. Syst. Integr. Neurosci.* 3. doi:10.15761/JSIN.1000179. Available from: <http://www.oatext.com/sleep-quality-and-academic-performance-among-nigerian-undergraduate-students.php>
- Cheewaparakobkit, P. 2013. Study of Factors Analysis Affecting Academic Achievement of Undergraduate Students in International Program. En: IMECS, editor. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*. Hong Kong. p. 5. Available from: http://www.iaeng.org/publication/IMECS2013/IMECS2013_pp332-336.pdf

- Chilca, M. 2017. Autoestima, hábitos de estudio y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Propósitos y Represent.* 71–127.
- Chong, E. 2017. Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca. *Rev. Latinoam. Estud. Educ.* XLVII:91–108. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27050422005>
- Christiana, O. 2014. Institutional Factors Affecting the Academic Performance of Public Administration Students in a Nigerian University. *Public Adm. Res.* 3. doi:10.5539/par.v3n2p171. Available from: <http://ccsenet.org/journal/index.php/par/article/view/40247>
- Clark, M. H., S. C. Middleton, D. Nguyen, y L. K. Zwick. 2014. Mediating relationships between academic motivation, academic integration and academic performance. *Learn. Individ. Differ.* 33:30–38. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.04.007>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608014000788>
- Coschiza, C., J. Fernández, G. Redcozub, M. Nievas, y H. Ruiz. 2016. Características socioeconómicas y rendimiento académico. El caso de una universidad argentina. *REICE. Rev. Iberoam. sobre Calidad, Efic. y Cambio en Educ.* 14.3. doi:<http://dx.doi.org/10.15366/reice2016.14.3.003>.
- Cousinet, R. 2014. Qué es enseñar. *Arch. Ciencias la Educ.* 8:1–5. Available from: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.6598/pr.6598.pdf
- Cruz, R., R. Nicdao, D. Quiambao, E. Baking, y A. Nuqui. 2015. Correlates of Students' Academic Performance in Intermediate Level. *J. Bus. Manag. Stud.* 1:7.
- Dahie, A., M. Omar Mohamed, A. Aden Moalim, y G. Student. 2016. SOCIOECONOMIC STATUS AND ACADEMIC ACHIEVEMENT AT SECONDARY SCHOOLS IN MOGADISHU- SOMALIA.

- Dasgupta, A., y A. Wahed. 2014. Chapter 4 - Laboratory Statistics and Quality Control. En: A. Dasgupta y A. Wahed, editores. *Clinical Chemistry, Immunology and Laboratory Quality Control*. Elsevier, San Diego. p. 47–66. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124078215000048>
- Daswani, P. 2014. Estrés, salud y rendimiento académico: el afrontamiento como factor modulador. Universidad de La Laguna.
- Deliens, T., P. Clarys, I. De Bourdeaudhuij, y B. Deforche. 2013. Weight, socio-demographics, and health behaviour related correlates of academic performance in first year university students. *Nutr. J.* 12:162. doi:10.1186/1475-2891-12-162. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3878497/>
- DePoy, E., y L. N. Gitlin. 2016. Chapter 20 - Statistical Analysis for Experimental-Type Designs. En: E. DePoy y L. N. Gitlin, editores. *Introduction to Research (Fifth Edition)*. Fifth Edit. Mosby, St. Louis. p. 282–310. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323261715000203>
- Fonseca, D., N. Martí, E. Redondo, I. Navarro, y A. Sánchez. 2014. Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Comput. Human Behav.* 31:434–445. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.006>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563213000952>
- Fryberg, S. A., R. Covarrubias, y J. A. Burack. 2013. Cultural models of education and academic performance for Native American and European American students. *Sch. Psychol. Int.* 34:439–452. doi:10.1177/0143034312446892. Available from: <https://doi.org/10.1177/0143034312446892>
- Gabalán, J., y F.-E. Vásquez. 2017. Rendimiento académico universitario y asistencia a clases: Una visión. *Rev. Educ.* 41:1–33. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44051357002>

- García, J., J. López, F. Jiménez, Y. Ramírez, L. Lino, y A. Reding. 2014. Metodología de la investigación, bioestadística y bioinformática en ciencias médicas y de la salud. 2da Edició. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., México, D.F.
- García, Y., D. López de Castro, y O. Rivero. 2014. Estudiantes universitarios con bajo rendimiento académico, ¿qué hacer? EDUMECENTRO. 6:272–278.
- Gašević, D., S. Dawson, T. Rogers, y D. Gasevic. 2016. Learning analytics should not promote one size fits all: The effects of instructional conditions in predicting academic success. *Internet High. Educ.* 28:68–84. doi:<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.10.002>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751615300038>
- Gaudreau, P., D. Miranda, y A. Gareau. 2014. Canadian university students in wireless classrooms: What do they do on their laptops and does it really matter? *Comput. Educ.* 70:245–255. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.019>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513002546>
- Ghaemi, F., y M. Yazdanpanah. 2014. The Relationship between Socio-economic Status and Academic Achievement in an EFL Classroom among Iranian University Students. *ELT Voices – India Int. J. Teach. English.* 4:15. Available from: http://eltvoices.in/Volume4/Issue_2/EVI_42_14.pdf
- Ghazivakili, Z., R. NOROUZI NIA, F. PANAHI, M. KARIMI, H. GHOLSORKHI, y Z. AHMADI. 2014. The role of critical thinking skills and learning styles of university students in their academic performance. *J. Adv. Med. Educ. Prof.* 2:95–102. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4235550/>
- Gile, P., y W. Atinaf. 2014. Factors affecting female students' academic performance in Ethiopia:the case of Bahir Dar University. *African Educ. Res. J.* 2:161–166.
- Gómez, F. 2011. El Impacto de las Becas Escolares en el Rendimiento Académico de los alumnos de licenciatura de la UANL. *Int. J. Good Conscienc.* 11.

- Gong, X., G. Marchant, y Y. Cheng. 2015. Family factors and immigrant students' academic achievement: An Asian and Hispanic comparison study. *Asian Educ. Dev. Stud.* 4:448–459. doi:10.1108/AEDS-01-2015-0002. Available from: <https://doi.org/10.1108/AEDS-01-2015-0002>
- González, E. G., y O. V Panteleeva. 2016. *Estadística inferencial 1: Para ingeniería y ciencias.* Grupo Editorial Patria. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=3hYhDgAAQBAJ>
- González, M. 2013. LA RESILIENCIA Y EL ENGAGEMENT Y SU ASOCIACIÓN CON EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LOS ESTUDIANTES DE LA LICENCIATURA DE MÉDICO CIRUJANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, 2011. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. Available from: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/13947/394692.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Grissom, J., D. Kalogrides, y S. Loeb. 2012. Using Student Test Scores to Measure Principal Performance. *Educ. Eval. Policy Anal.* 37.
- Hanus, M. D., y J. Fox. 2015. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Comput. Educ.* 80:152–161. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002000>
- Hawkins, A., C. R. Graham, R. R. Sudweeks, y M. K. Barbour. 2013. Academic performance, course completion rates, and student perception of the quality and frequency of interaction in a virtual high school. *Distance Educ.* 34:64–83. doi:10.1080/01587919.2013.770430. Available from: <https://doi.org/10.1080/01587919.2013.770430>
- Heredia, Y. 2014. Factores que afectan el desempeño académico.
- Horbath, J., y M. A. Gracia. 2014. LA EVALUACIÓN EDUCATIVA EN MÉXICO. *Rev. Relac. Int. Estrateg. y Segur.* 9:59–85. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92731211003>

- Huang, S., y N. Fang. 2013. Predicting student academic performance in an engineering dynamics course: A comparison of four types of predictive mathematical models. *Comput. Educ.* 61:133–145. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.08.015>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512002102>
- Huerta, E. L. 2010. El gemba educativo en ingeniería: Un modelo de mejoramiento aplicado al proceso de enseñanza aprendizaje en la Maestría en Ingeniería de Calidad de la Facultad de Ingeniería de la UAQ. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Jain, C., y N. Prasad. 2018. *Quality of Secondary Education in India. Concepts, Indicators, and Measurement.* 1a ed. Springer Singapore.
- Jayanthi, S. V., S. Balakrishnan, A. L. S. Ching, N. A. A. Latiff, y A. M. A. Nasirudeen. 2014. Factors Contributing to Academic Performance of Students in a Tertiary Institution in Singapore. *Am. J. Educ. Res.* 2:752–758. doi:10.12691/education-2-9-8. Available from: <http://pubs.sciepub.com/education/2/9/8>
- Jiménez, V., y R. M. Valle Gómez. 2013. Factores de salud asociados al desempeño escolar: seguimiento de una generación del bachillerato en la UNAM. En: Tercera Conferencia Latinoamericana sobre el Abandono en la Educación Superior. *Gestión Universitaria Integral del Abandono, México.* p. 12.
- Joye, S., y J. Wilson. 2015. Professor Age and Gender Affect Student Perceptions and Grades. *J. Scholarsh. Teach. Learn.* 15:126–138. Available from: <https://josotl.indiana.edu/article/view/13466>
- Junco, R. 2015. Student class standing, Facebook use, and academic performance. *J. Appl. Dev. Psychol.* 36:18–29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appdev.2014.11.001>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0193397314001257>

- Jurik, V., A. Gröschner, y T. Seidel. 2014. Predicting students' cognitive learning activity and intrinsic learning motivation: How powerful are teacher statements, student profiles, and gender? *Learn. Individ. Differ.* 32:132–139. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.01.005>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608014000193>
- Karbach, J., J. Gottschling, M. Spengler, K. Hegewald, y F. M. Spinath. 2013. Parental involvement and general cognitive ability as predictors of domain-specific academic achievement in early adolescence. *Learn. Instr.* 23:43–51. doi:<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.09.004>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475212000734>
- Kassarnig, V., A. Bjerre-Nielsen, E. Mones, S. Lehmann, y D. D. Lassen. 2017. Class attendance, peer similarity, and academic performance in a large field study. *PLoS One.* 12:1–15. doi:10.1371/journal.pone.0187078. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187078>
- Kim, K. R., y E. H. Seo. 2015. The relationship between procrastination and academic performance: A meta-analysis. *Pers. Individ. Dif.* 82:26–33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.02.038>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191886915001610>
- Komarraju, M., y D. Nadler. 2013. Self-efficacy and academic achievement: Why do implicit beliefs, goals, and effort regulation matter? *Learn. Individ. Differ.* 25:67–72. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.005>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608013000071>
- Krumrei, E., F. Newton, E. Kim, y D. Wilcox. 2013. Psychosocial Factors Predicting First-Year College Student Success. *J. Coll. Stud. Dev.* 54:247–266.
- Lacort, O. 2014. *Estadística Aplicada Análisis Multivariable - Esquemas de Teoría y Problemas Resueltos.* LULU Press. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=y9CwBgAAQBAJ>
- Lam, G. 2014. A Theoretical Framework of the Relation between Socioeconomic Status and Academic Achievement of Students. *Education.* 134:6.
- Lamas, H. 2015. Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Represent.* 3:313–386.

- Landin, M., y J. Pérez. 2015. Class attendance and academic achievement of pharmacy students in a European University. *Curr. Pharm. Teach. Learn.* 7:78–83. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cptl.2014.09.013>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877129714001361>
- Lepp, A., J. E. Barkley, y A. C. Karpinski. 2014. The relationship between cell phone use, academic performance, anxiety, and Satisfaction with Life in college students. *Comput. Human Behav.* 31:343–350. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.049>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563213003993>
- Lieberman, D. 2012. *Human Learning and Memory*. Cambridge University Press.
- Liñan, M. 2011. Relación entre el cociente intelectual y el rendimiento académico en estudiantes de licenciatura en odontología de la FMUAQ. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Liu, W., J. Wang, A. Kee, C. Koh, B. s. C. Lim, y L. Chua. 2014. College students' motivation and learning strategies profiles and academic achievement: A self-determination theory approach. *Educ. Psychol.* 34.
- Lozano, J. H., F. Gordillo, y M. A. Pérez. 2014. Impulsivity, intelligence, and academic performance: Testing the interaction hypothesis. *Pers. Individ. Dif.* 61–62:63–68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.01.013>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191886914000294>
- Manterola, D. 2015. Factores socioeconómicos y psicoafectivos y su influencia en el rendimiento académico de los residentes de Ginecología y Obstetricia. *Ginecol. Obstet. Mex.* 139–147. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2015/gom153b.pdf>
- Maris, S., M. Noriega, y S. Maris. 2013a. Relaciones entre rendimiento académico, competencia espacial, estilos de aprendizaje y deserción. *REDIE. Rev. Electrónica Investig. Educ.* 15:29–44.
- Maris, S., M. Noriega, y S. Maris. 2013b. Relaciones entre rendimiento académico, competencia espacial, estilos de aprendizaje y deserción. *Rev. Electrónica Investig. Educ.* 15:29–44. Available from: <http://redie.uabc.mx/vol15no1/contenido-vazqueznoriega.html>

- Martí, C. 2013. ¿Influyen las características del profesor en el rendimiento académico del estudiante? 20. Available from: <http://2013.economicsofeducation.com/user/pdfsесiones/011.pdf>
- Martin, A. J., R. Wilson, G. A. D. Liem, y P. Ginns. 2013. Academic Momentum at University/College: Exploring the Roles of Prior Learning, Life Experience, and Ongoing Performance in Academic Achievement across Time. *J. Higher Educ.* 84:640–674. doi:10.1080/00221546.2013.11777304. Available from: <https://doi.org/10.1080/00221546.2013.11777304>
- Martínez, E., y R. Martínez. 2013. Análisis del efecto de las becas económicas en el rendimiento escolar en una institución de nivel medio superior. *Investig. Cienc.* 21:41–47. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67430113005>
- Martínez, F. 2013. El futuro de la evaluación educativa. *Sinéctica.* 1–11.
- Mega, C., L. Ronconi, y R. De Beni. 2014. What Makes a Good Student? How Emotions, Self-Regulated Learning, and Motivation Contribute to Academic Achievement. *J. Educ. Psychol.* 106:121.
- Molina, M. D., J. Mulero, M. J. Nuedo, y A. Pascual. 2014. *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales: Publicaciones Universidad de Alicante.* Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=k-jTAgAAQBAJ>
- Moll, L. C. 2013. *L.S. Vygotsky and education.* 1st Editio. Taylor and Francis, New York.
- Montes, N. 2013. Qué implica hablar de calidad educativa. *Clarín.* Available from: https://www.clarin.com/educacion/implica-hablar-calidad-educativa_0_Bk94sSPivmg.html
- Montgomery, D. C. 2005. *Diseño y análisis de experimentos.* Limusa Wiley. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=TJFoAAAACAAJ>
- Morazán Murillo, S. Y. 2015. Competencias docentes y su relación con el rendimiento académico en la asignatura de matemáticas en las instituciones de educación media del municipio de Danlí. Available from: <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcxw6c5>

- Moreira, P. A. S., P. Dias, F. M. Vaz, y J. M. Vaz. 2013. Predictors of academic performance and school engagement — Integrating persistence, motivation and study skills perspectives using person-centered and variable-centered approaches. *Learn. Individ. Differ.* 24:117–125. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.016>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608012001677>
- Moya, M. 2003. Programación Lineal Investigación de Operaciones 1. 3ra edición. Euned, Costa Rica. Available from: https://books.google.com.mx/books?id=RChI5AkZK_sC
- Muthivhi, A. E. 2015. Piaget's Theory of Human Development and Education. En: J. D. Wright, editor. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*. Second Edi. Elsevier, Oxford. p. 125–132. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868920130>
- Navarro, J.-J., J. García-Rubio, y P. R. Olivares. 2015. The Relative Age Effect and Its Influence on Academic Performance. *PLoS One.* 10:1–18. doi:10.1371/journal.pone.0141895. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141895>
- Niemi, H., A. Toom, y A. Kallioniemi. 2016. *Miracle of Education: The Principles and Practices of Teaching and Learning in Finnish Schools*. SensePublishers. Available from: https://books.google.com.mx/books?id=_ymcDQAAQBAJ
- Núñez, J. C., G. Vallejo, P. Rosário, E. Tuero, y A. Valle. 2014. Variables del estudiante, del profesor y del contexto en la predicción del rendimiento académico en Biología: análisis desde una perspectiva multinivel. *Rev. Psicodidáctica.* 19:145–172.
- OECD. 2017. *Education at a Glance 2017*. OECD Publishing, Paris. Available from: http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017_eag-2017-en

- Osakede, U. A., A. O. Lawanson, y D. A. Sobowale. 2017. Entrepreneurial interest and academic performance in Nigeria: evidence from undergraduate students in the University of Ibadan. *J. Innov. Entrep.* 6:19. doi:10.1186/s13731-017-0079-7. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13731-017-0079-7>
- Pak, N. 2015. What is quality education? How can it be achieved? The perspectives of school middle leaders in Singapore. *Educ. Assessment, Eval. Account.* 27:307–322. doi:<https://doi.org/10.1007/s11092-015-9223-8>. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11092-015-9223-8#citeas>
- Papageorgiou, E. 2017. Accounting students' profile versus academic performance: A five-year analysis. *South African J. High. Educ.* 31. doi:10.20853/31-3-1064. Available from: <http://www.journals.ac.za/index.php/sajhe/article/view/1064>
- Papastathopoulos, I., y J. A. Tawn. 2013. A generalised Student's t-distribution. *Stat. Probab. Lett.* 83:70–77. doi:<https://doi.org/10.1016/j.spl.2012.09.002>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167715212003392>
- Perera, H. N., y M. DiGiacomo. 2013. The relationship of trait emotional intelligence with academic performance: A meta-analytic review. *Learn. Individ. Differ.* 28:20–33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.08.002>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608013001143>
- Poteat, V. P., J. R. Scheer, y E. H. Mereish. 2014. Chapter Eight - Factors Affecting Academic Achievement Among Sexual Minority and Gender-Variant Youth. En: L. S. Liben y R. S. Bigler, editores. *The Role of Gender in Educational Contexts and Outcomes*. Vol. 47. JAI. p. 261–300. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065240714000068>
- Princeton University. 2015. Learning Process. *Hum. Resour. Princet. Univ.* Available from: <https://www.princeton.edu/hr/learning/process/>
- Psacharopoulos, G. 2014. *Economics of Education: Research and Studies*. Elsevier Science. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=yRGjBQAAQBAJ>

- Reid, K. W. 2013. Understanding the Relationships among Racial Identity, Self-Efficacy, Institutional Integration and Academic Achievement of Black Males Attending Research Universities. *J. Negro Educ.* 82:75–93. Available from: <http://www.jstor.org/stable/10.7709/jnegroeducation.82.1.0075>
- Rivera, C. 2011. Relación entre cansancio emocional y el rendimiento académico en estudiantes de la Licenciatura y Posgrados de Odontología de la FMUAQ. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Rix, J., P. Dewhurst, C. Cooke, y D. Newell. 2018. Engagement as predictors of performance in a single cohort of undergraduate chiropractic students. *J. Chiropr. Educ.* doi:10.7899/JCE-17-8. Available from: <https://doi.org/10.7899/JCE-17-8>
- Roeser, K., A. A. Schlarb, y A. Kübler. 2013. The Chronotype-Academic Performance Model (CAM): Daytime sleepiness and learning motivation link chronotype and school performance in adolescents. *Pers. Individ. Dif.* 54:836–840. doi:<https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.12.021>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191886913000044>
- Rojas, L. A. 2014. DIFERENCIA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO SEGÚN LA UNIVERSIDAD, LA CARRERA DE EGRESO DE PREGRADO Y EL SEXO EN LOS ALUMNOS DE LA MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, CAMPUS CENTRAL. Universidad Rafael Landívar.
- Ruesga, S., J. Bichara da Silva, y S. Monsueto. 2014. Estudiantes universitarios, experiencia laboral y desempeño académico en España. *Minist. Educ. Cult. y Deport.* Minist. Educ. Cent. Publicaciones; Minist. Educ. Cult. y Deport. Secr. Gen. Educ. y Form. Prof. doi:10.4438/1988-592X-RE-2014-365-265.
- Salamonson, Y., R. Weaver, S. Chang, J. Koch, R. Bhathal, C. Khoo, y I. Wilson. 2013. Learning approaches as predictors of academic performance in first year health and science students. *Nurse Educ. Today.* 33.

- Sanguinetti, J. M., R. López, M. E. Vieta, S. Berruezo, y C. Chagra. 2013. Factores relacionados con el rendimiento académico en alumnos de fisiopatología. *Investig. en Educ. Médica*. 2:177–182. doi:[https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72710-8](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72710-8). Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713727108>
- Shah, S., y V. Prakash. 2018. Factors influencing academic performance of Indian undergraduate physiotherapy students. *Physiotherapy*. 101:e1371–e1372. doi:10.1016/j.physio.2015.03.1310. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1310>
- Al Shawwa, L., A. A. Abulaban, A. A. Abulaban, A. Merdad, S. Baghlaf, A. Algethami, J. Abu-shanab, y A. Balkhoyor. 2015. Factors potentially influencing academic performance among medical students. *Adv. Med. Educ. Pract.* 6:65–75. doi:10.2147/AMEP.S69304. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4321417/>
- Solano, H. 2014. *Introducción a la estadística matemática*. Universidad del Norte. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=d9iVBAAQBAJ>
- Soria, K. M., J. Fransen, y S. Nackerud. 2014. Stacks, Serials, Search Engines, and Students' Success: First-Year Undergraduate Students' Library Use, Academic Achievement, and Retention. *J. Acad. Librariansh.* 40:84–91. doi:<https://doi.org/10.1016/j.acalib.2013.12.002>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099133313001560>
- Stankov, L., S. Morony, y Y. P. Lee. 2014. Confidence: the best non-cognitive predictor of academic achievement? *Educ. Psychol.* 34:9–28. doi:10.1080/01443410.2013.814194. Available from: <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.814194>
- Stea, T. H., y M. K. Torstveit. 2014. Association of lifestyle habits and academic achievement in Norwegian adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 14:829. doi:10.1186/1471-2458-14-829. Available from: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-829>

- Stephens, N. M., M. G. Hamedani, y M. Destin. 2014. Closing the Social-Class Achievement Gap: A Difference-Education Intervention Improves First-Generation Students' Academic Performance and All Students' College Transition. *Psychol. Sci.* 25:943–953. doi:10.1177/0956797613518349. Available from: <https://doi.org/10.1177/0956797613518349>
- Stirling, B. V, y W. A. Alquraini. 2017. Using VARK to assess Saudi nursing students' learning style preferences: Do they differ from other health professionals? *J. Taibah Univ. Med. Sci.* 12:125–130. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2016.10.011>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658361216301226>
- Suárez, J., R. Fernández, y J. Muñoz. 2014. Self-concept, motivation, expectations, and socioeconomic level as predictors of academic performance in mathematics. *Learn. Individ. Differ.* 30:118–123. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.10.019>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608013001817>
- Sun, J. C.-Y. 2014. Influence of polling technologies on student engagement: An analysis of student motivation, academic performance, and brainwave data. *Comput. Educ.* 72:80–89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.010>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513002959>
- Tessema, M., K. Ready, y M. Astani. 2014. Does Part-Time Job Affect College Students' Satisfaction and Academic Performance (GPA)? The Case of a Mid-Sized Public University. *Int. J. Bus. Adm.* 5.
- Thorell, L. B., A. Veleiro, A. F. Y. Siu, y H. Mohammadi. 2013. Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement: Findings from a cross-cultural study. *Child Neuropsychol.* 19:630–638. doi:10.1080/09297049.2012.727792. Available from: <https://doi.org/10.1080/09297049.2012.727792>

- Tomas, J., M. Exposito, y S. Sempere. 2014. Determinantes del rendimiento académico en los estudiantes de grado. Un estudio en administración y dirección de empresas. *Rev. Investig. Educ.* 32:379–392. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283331396005>
- Trigwell, K., P. Ashwin, y E. S. Millan. 2013. Evoked prior learning experience and approach to learning as predictors of academic achievement. *Br. J. Educ. Psychol.* 83:363–378. doi:10.1111/j.2044-8279.2012.02066.x. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02066.x>
- UNESCO. 2017. El Derecho a la Educación. UNESCO. Available from: <https://es.unesco.org/themes/derecho-a-educacion>
- Valencia, A. K. 2014. Competencias en tic, rendimiento académico y satisfacción de los estudiantes de maestría en administración en la modalidad presencial y virtual de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Chihuahua, por género. Universidad de Salamanca. Available from: <http://www.tdx.cat/handle/10803/283922>
- Valsamis, E. M., R. Golubic, T. E. Glover, H. Husband, A. Hussain, y A.-R. Jenabzadeh. 2018. Modeling Learning in Surgical Practice. *J. Surg. Educ.* 75:78–87. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.06.015>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1931720417302751>
- Vasallo, J. 2014. Estadística aplicada a las ciencias de la salud. Elsevier Health Sciences Spain. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=wdCGBAAQBAJ>
- Vásquez, A. 2013. Calidad y calidad educativa. *Investig. Educ.* 17:49–72.
- Verdin, V. 2014. Probabilidad y Estadística: Serie Universitaria Patria. Grupo Editorial Patria. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=uujhBAAQBAJ>
- Vergel-Ortega, M., J. Martínez Lozano, y S. Zafra Tristanchó. 2016. Factores asociados al rendimiento académico en adultos. *Rev. Científica.* 2:25. doi:10.14483//udistrital.jour.RC.2016.25.a4.

- Vicente, G. 2015. El aprendizaje en la edad adulta. Características definitorias y diferenciales. VIU Univ. Int. Val. 12. Available from: <https://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2015/06/Ebook-Aprendizaje-Edad-Adulta-OK.pdf>
- Villalobos, D. 2015. PLANTEAMIENTOS PEDAGÓGICOS RELACIONADOS CON LAS CIUDADANÍAS PROPIAS EN LA PEDAGOGÍA CRÍTICA DE PAULO FREIRE. *El Ágora U.S.B.* 15:195–215.
- Voyer, D., y S. Voyer. 2014. Gender Differences in Scholastic Achievement: A Meta-Analysis. *Psychol. Bull.* 140.
- Wald, A., P. A. Muennig, K. A. O'Connell, y C. E. Garber. 2014. Associations between Healthy Lifestyle Behaviors and Academic Performance in U.S. Undergraduates: A Secondary Analysis of the American College Health Association's National College Health Assessment II. *Am. J. Heal. Promot.* 28:298–305. doi:10.4278/ajhp.120518-QUAN-265. Available from: <https://doi.org/10.4278/ajhp.120518-QUAN-265>
- Wang, M.-T., y J. S. Eccles. 2013. School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learn. Instr.* 28:12–23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.002>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475213000327>
- Wang, W., T. Vaillancourt, H. L. Brittain, P. McDougall, A. Krygsman, D. Smith, C. E. Cunningham, J. D. Haltigan, y S. Hymel. 2014. School climate, peer victimization, and academic achievement: Results from a multi-informant study. *Sch. Psychol. Q.* 29:360–377. doi:10.1037/spq0000084. Available from: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/spq0000084>
- Wazlawick, R. 2013. ENGENHARIA DE SOFTWARE: CONCEITOS E PRÁTICAS. Elsevier Brasil. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=Qtg4VUkE0V0C>

- Wentworth, D. K., y J. H. Middleton. 2014. Technology use and academic performance. *Comput. Educ.* 78:306–311. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.012>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514001456>
- White, H., y S. Sabarwal. 2014. Diseño y métodos cuasiexperimentales. *Síntesis Metod. Sinop. la evaluación impacto n.º 8*. Available from: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>
- Wirthwein, L., J. R. Sparfeldt, M. Pinquart, J. Wegerer, y R. Steinmayr. 2013. Achievement goals and academic achievement: A closer look at moderating factors. *Educ. Res. Rev.* 10:66–89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.07.001>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X13000304>
- Yondo, R., E. Andrés, y E. Valero. 2018. A review on design of experiments and surrogate models in aircraft real-time and many-query aerodynamic analyses. *Prog. Aerosp. Sci.* 96:23–61. doi:<https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.11.003>. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376042117300611>
- York, T., C. Gibson, y S. Rankin. 2015. Defining and Measuring Academic Success. *Pract. Assessment, Res. Eval.* 20.
- Zamudio, R. 2005. Teoría de sistemas. *gestiopolis*. Available from: <https://www.gestiopolis.com/teoria-de-sistemas/>

7. APÉNDICE

Anexo A

Tabla 7.1 Matriz de datos del estado del arte.

| Autor (es) | Método empleado | Significativas (1) | No significativas (0) |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|---|
| (Krumrei et al., 2013) | 4 | 1,10 | 2,3,4,5,6,7,8 |
| (Reid, 2013) | 5 | 1,4,13,21,22 | |
| (Deliens et al., 2013) | 5 | 18,20 | 7,15,16,17,19 |
| (Abd-Elmoteleb y Saha, 2013) | 5 | 1,23 | |
| (Abdulghani et al., 2014) | 6 | 24,25,26,27,28,31,32,33 | 29,30 |
| (Al Shawwa et al., 2015) | 1 | 25,31,41,49,50,53 | 11,19,34,35,36,37,38,39,40,42,43,44,45,46,47,48,51,52 |
| (Ali et al., 2013) | 7 | 11,51,58 | 7,36,60 |
| (Fonseca et al., 2014) | 8 | 31,59 | |
| (Gile y Atinaf, 2014) | 9 | 23,61,62,63 | 58 |
| (Gašević et al., 2016) | 1 | 26,53 | |
| (Cheewaparakobkit, 2013) | 10 | 35,49,67,68 | 7,10,13,36,58,64,65,66 |
| (Ghazivakili et al., 2014) | 1 | 7,9,67,69,71 | 8,35 |
| (Karbach et al., 2013) | 2 | 12 | 54 |
| (Moreira et al., 2013) | 3 | 30,31,70 | 59 |
| (Perera y DiGiacomo, 2013) | 11 | 7,9 | 58 |
| (Maris et al., 2013b) | 20 | 71 | 7 |
| (Amuda et al., 2016) | 5 | 7 | 12,35,58 |
| (Lam, 2014) | 12 | 11,30,72 | |
| (Stea y Torstveit, 2014) | 13 | 19,20,47 | |
| (Arshad et al., 2015) | 14 | 7,73 | |
| (Fryberg et al., 2013) | 20 | 7,8 | |
| (Gaudreau et al., 2014) | 5 | 59,70 | |
| (York et al., 2015) | 12 | 5,11,67 | |
| (Grissom et al., 2012) | 2 | 7,8,23,70 | |
| (Hawkins et al., 2013) | 1 | 74 | |
| (Voyer y Voyer, 2014) | 11 | 7,58,75 | |
| (Huang y Fang, 2013) | 9 | 10 | |
| (Rix et al., 2018) | 1 | 10,21,88 | |
| (Junco, 2015) | 4 | 7,10,21 | 8 |
| (Jurik et al., 2014) | 5 | 7,31 | |
| (Komarraju y Nadler, 2013) | 15 | 1,31,51 | |
| (Landin y Pérez, 2015) | 8 | 88 | |
| (Lepp et al., 2014) | 16 | 59 | |
| (Liu et al., 2014) | 16 | 1,88 | |
| (Martin et al., 2013) | 4 | 7,9,58,67,72 | |
| (Mega et al., 2014) | 2 | 1,31,54,71 | |
| (Roeser et al., 2013) | 2 | 48 | |
| (Salamonson et al., 2013) | 20 | 7,32,49,58,67,71 | |
| (Soria et al., 2014) | 9 | 7,8,14,36,53,64,76 | |
| (Stankov et al., 2014) | 5 | 1 | 81 |
| (Ayodele y Adebisi, 2013) | 20 | 69 | 7,50,72 |
| (Sun, 2014) | 21 | 59 | |
| (Suárez et al., 2014) | 2 | 31,77 | |
| (Thorell et al., 2013) | 2 | 64 | |
| (Trigwell et al., 2013) | 2 | 1,31 | |
| (Wang y Eccles, 2013) | 17 | 1,7,70 | |
| (Wang et al., 2014) | 17 | 7,11 | 8,23 |
| (Wirthwein et al., 2013) | 11 | 7,64 | |
| (Heredia, 2014) | 1 | | 7,58,72 |
| (Rojas, 2014) | 22 | | 7,78 |
| (Avendaño et al., 2016) | 18 | 7,58,68 | 12,60 |
| (Barahona, 2014) | 18 | 7,67 | 12,58,60 |
| (Barraza y Hernández, 2015) | 14 | | 7,9,66 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7.2 Continuación de la Tabla 6.1-Matriz de datos del estado del arte.

| Autor (es) | Método empleado | Significativas (1) | No significativas (0) |
|-------------------------------|------------------------|--|------------------------------|
| (Ali et al., 2013) | 9 | 11,51,58 | 7,36,78 |
| (Jayanthi et al., 2014) | 7 | 7,46,53,64 | 58 |
| (Tomas et al., 2014) | 14 | 2,4,6,10,21 | 11,31,34,51,79 |
| (Carrillo y Ríos, 2013a) | 14 | 7,39,67,69,79 | |
| (Tessema et al., 2014) | 2 | 67 | |
| (Ruesga et al., 2014) | 5 | 67,79 | |
| (Gómez, 2011) | 14 | 9,66 | |
| (Martínez y Martínez, 2013) | 14 | | 9,66 |
| (Acevedo et al., 2015) | 20 | | 7,69,71 |
| (Maris et al., 2013b) | 20 | 7,71 | |
| (Coschiza et al., 2016) | 22 | 7,11,12,35,51,66,67,79 | |
| (Manterola, 2015) | 12 | 7,20,33,47,48,71,80,81 | |
| (González, 2013) | 20 | 82,83 | 7,9,12,36,56,58,78 |
| (Chong, 2017) | 19 | 11,30,31,37,53,61,62,81 | |
| (Barraza y González, 2016) | 2 | | 54,84 |
| (Sanguinetti et al., 2013) | 2 | 50 | 11,67,72,78,79,85 |
| (Beneyto, 2015) | 12 | 30,31,37 | |
| (Cavallo et al., 2013) | 19 | 46 | 7,58,79 |
| (Martí, 2013) | 2 | 5,7,58,70,78,86,87 | 66 |
| (Núñez et al., 2014) | 20 | 12,88 | 51,87 |
| (Joye y Wilson, 2015) | 3 | 70 | |
| (Castro et al., 2014) | 2 | 31,62,70,71 | 2,74 |
| (Gabalán y Vásquez, 2017) | 5 | 5,88 | |
| (Morazán Murillo, 2015) | 9 | 2,70 | |
| (Albor et al., 2014) | 20 | 7,39,58,67,72,79 | 11,12,34,35,60,82 |
| (Chilca, 2017) | 20 | 50,73 | |
| (Gong et al., 2015) | 5 | 7,11,31,37 | 12,30,49 |
| (Shah y Prakash, 2018) | 22 | 49 | 71 |
| (Wentworth y Middleton, 2014) | 8 | 16,45,59 | |
| (Anderson y Good, 2017) | 14 | 15 | 7 |
| (Lozano et al., 2014) | 2 | 71 | |
| (Kim y Seo, 2015) | 11 | 56 | |
| (Aramburo et al., 2017) | 5 | 35,86 | 53,67 |
| (Banerjee, 2016) | 11 | 1,11,12,14,22,23,30,31,34,36,37,60,65,72,74,82 | |
| (Poteat et al., 2014) | 12 | 7,22,23 | |
| (Dahie et al., 2016) | 9 | 11,12,65,82 | |
| (Ghaemi y Yazdanpanah, 2014) | 2 | 72 | |
| (Atinaf y Petros, 2016) | 19 | 11,36,72 | |
| (Christiana, 2014) | 2 | | 23,36 |
| (Papageorgiou, 2017) | 20 | 8,14,49,58,64,68 | 7 |
| (Cekiso, 2015) | 1 | 7,49 | |
| (Kassarnig et al., 2017) | 2 | 88 | |
| (Osakede et al., 2017) | 9 | 7,8,11,30,58,65,82 | 31 |
| (Azmi et al., 2014) | 2 | 3,5,29,31,50,51,53,77,88 | 6,25,26,27,28,54,55,81 |
| (Champion y Kolawole, 2017) | 8 | 7,48,68 | 3,9,35,58,67 |
| (Cruz et al., 2015) | 1 | 12,34,62,70,74,75 | 11 |
| (Beauvais et al., 2018) | 2 | 54,55,56,57 | |

Fuente: elaboración propia.