

Análisis del rendimiento académico de los estudiantes de pregrado en Estadística de la Universidad Santo Tomás mediante ecuaciones estructurales.

Analysis of the academic achievement of undergraduate students in Statistics at the Santo Tomas University using structural equations.

Víctor Raúl Camargo Colmenares^a
victorcamargo@usantotomas.edu.co

Lida Rubiela Fonseca Gómez^b
lidafonseca@usantotomas.edu.co

Resumen

Las universidades cumplen un rol fundamental en la transformación social y afrontan algunos desafíos para desempeñar su misión, por tanto, es de gran interés analizar la interacción de factores que influyen el rendimiento académico de los estudiantes. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un modelo de ecuaciones estructurales para analizar los factores asociados al rendimiento académico en los estudiantes de pregrado del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás (USTA). Este trabajo fue sometido y aprobado previamente por Comité de Ética de la universidad. La información fue recolectada a partir de una muestra de 128 estudiantes durante el primer semestre del 2023. Se utilizaron tres cuestionarios: Autoconcepto Forma 5 (AF-5), el Cuestionario para la Evaluación de Metas Académicas (C.M.A-II) y por último, el Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta (MSLQ-SF). A partir del modelo propuesto por Veas et al. (2015) que relaciona variables cognitivas y no cognitivas. Se utilizó como herramienta de análisis un modelo de ecuaciones estructurales, dado que permite analizar las interacciones complejas entre múltiples variables, y a su vez permite probar y validar teorías o hipótesis. Así, los resultados de esta investigación arrojan un modelo de ecuaciones estructurales, en donde la variable latente *Estrategias de Aprendizaje* (conformada por las Estrategias Cognitivas, Metacognitivas y la Administración de Recursos), mostró una contribución significativa con el rendimiento académico, por otra parte, las variables latentes de Autoconcepto y Estrategias de Aprendizaje no resultan tener una relación significativa, además presentó medidas de bondad de ajuste adecuadas: Ratio Chi Cuadrado(1,76), RMSEA(0,077) con un IC(0,056-0,098) y un p-valor de 0,021, SRMR(0,09), CFI(0,923) y el TLI(0,9).

Palabras clave: Modelo, ecuaciones estructurales, rendimiento académico, estrategias de aprendizaje.

Abstract: Universities play a fundamental role in social transformation and face some challenges to carry out their mission, therefore, it is of great interest to analyze the interaction of factors that influence the academic achievement of students. The objective of this research was to develop a structural equation model to analyze the factors associated with academic achievement in undergraduate students of the Statistics program at the Universidad Santo Tomás (USTA). This work was previously submitted and approved by the University Ethics Committee. The information was collected from a sample of 128 students during the first semester of 2023. Three questionnaires were used: Self-concept Form 5 (AF-5), the Questionnaire for the Evaluation of Academic Goals (C.M.A-II) and finally, the Motivation and Learning Strategies Questionnaire Short Form (MSLQ-SF). Based on the model proposed by Veas

^aEstudiante de la Maestría en Estadística Aplicada

^bDirectora, Docente Universidad Santo Tomás

et al. (2015) that relates cognitive and non-cognitive variables. A structural equation model is used as an analysis tool, since it allows complex interactions between multiple variables to be analyzed, and in turn allows theories or hypotheses to be tested and validated. Thus, the results of this research show a structural equation model, where the latent variable *Learning Strategies* (made up of Cognitive Strategies, Metacognitive Strategies and Resource Management), showed a significant contribution to academic achievement. On the other hand, the latent variables of Self-concept and Learning Strategies do not turn out to have a significant relationship, and they also presented adequate goodness of fit: Chi Square Ratio (1.76), RMSEA (0.077) with a CI (0.056-0.098) and a p-value of 0.021, SRMR(0.09), CFI(0.923) and TLI(0.9).

Keywords: Model, structural equations, academic achievement, learning strategies.

1. Introducción

El rendimiento académico es un tema de creciente interés en el ámbito de la educación superior, es entendido según Isabel M, Jeannette M, Floralba C (2011) como la relación entre el proceso de aprendizaje y sus resultados tangibles en valores predeterminados. Ya que, refleja la efectividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en una institución. En el contexto de la Universidad Santo Tomás(USTA), sede Bogotá, se ha observado un desafío importante en relación con rendimiento académico, específicamente entre los estudiantes del programa de Estadística. Según reportes de la UDIES(Unidad de Desarrollo Integral Estudiantil), al finalizar el primer semestre de 2022 se tenían 328 estudiantes matriculados, cerca del 6,45 % son repitentes en cuatro y cinco asignaturas, el 35 % son repitentes de alguna asignatura del ṕnsun.

Este nivel de desempeño académico se ha convertido en una preocupación para la comunidad universitaria, ya que un porcentaje significativo de estudiantes presenta repitencias en varias asignaturas en la Facultad de Estadística. Dicho fenómeno no solo tiene implicaciones en el cumplimiento de los objetivos de formación de la institución, sino que también afecta el progreso académico y la situación de los estudiantes, ya que aquellos con un promedio acumulado inferior a 3.3 se encuentran en una condición académica crítica, de acuerdo con el reglamento estudiantil de la universidad.

En este contexto, surge la necesidad de comprender y abordar de manera integral los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Estadística. La presente investigación se propone explorar y analizar estos factores, teniendo en cuenta la complejidad de esta disciplina y su relevancia en diversos campos del conocimiento.

Estudios como el de Veas et al. (2015) identifica variables cognitivas y no cognitivas que podrían estar influyendo en el bajo rendimiento académico de los estudiantes, como lo son: la habilidad intelectual, el autoconcepto académico, las metas académicas, las metas de aprendizaje, metas de desempeño, la popularidad y la motivación. Cada una de estas dimensiones puede estar relacionada de manera significativa con el desempeño académico de los estudiantes, y, por lo tanto, se requiere un análisis para comprender cómo interactúan y afectan los resultados académicos.

El presente trabajo de investigación busca responder a la siguiente pregunta: *¿Cuáles son los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes del programa de Estadística en la Universidad Santo Tomás?* Para abordar esta pregunta, se propone la construcción de un modelo de Ecuaciones Estructurales(SEM las siglas en inglés) que según Manzano (2017), el modelo de ecuaciones estructurales, desarrollado por Jöreskog y Sörbom en los años 70, es una herramienta estadística multivariada que permite probar la relación entre variables observadas y latentes. En este contexto, Samperio Pacheco (2019) señala que los modelos de ecuaciones estructurales determinan la relación de dependencia o independencia entre las variables a través de la integración de ecuaciones lineales. En este sentido, este método permite examinar las relaciones entre las variables involucradas y sus efectos en el rendimiento académico.

Esta investigación no solo tiene el potencial de arrojar luz sobre los determinantes del rendimiento

académico en el área de Estadística, sino que también podría proporcionar a la universidad y a las instituciones de educación superior en general información valiosa para el diseño de estrategias y programas que contribuyan a mejorar el desempeño de los estudiantes y, en última instancia, a fortalecer la calidad de la educación.

En la primera parte de este trabajo, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el rendimiento académico, las variables consideradas y la teoría general de los modelos de Ecuaciones Estructurales. La segunda parte se centrará en el análisis descriptivo de los datos recopilados y en la evaluación de las relaciones propuestas mediante modelos de Ecuaciones Estructurales. Con estos pasos, se pretende contribuir al entendimiento del bajo rendimiento académico en Estadística y abrir caminos para futuras investigaciones y mejoras en la educación superior.

2. Problema de investigación

El rendimiento académico es un tema crucial en el contexto de la educación superior, ya que refleja la relación intrincada entre el proceso de aprendizaje y los resultados concretos que los estudiantes obtienen en sus cursos. Como señala Matiz (2012), el rendimiento académico es de suma importancia debido a sus implicaciones en el cumplimiento de la función formativa de las instituciones educativas y en el desarrollo académico y personal de los estudiantes. La Universidad Santo Tomás, con su sede principal en la capital de Colombia, no está exenta de los desafíos relacionados con el rendimiento académico de sus estudiantes.

Con base en el estudio realizado por Veas et al. (2015) del rendimiento académico en la adolescencia temprana, en donde incluye la influencia de variables cognitivas y no cognitivas analizando los factores que inciden en el bajo rendimiento académico. En este caso, en particular en el área de estadística en la USTA, se han identificado algunas posibles variables importantes que demandan una evaluación más profunda. Entre estas variables, el Autoconcepto de los estudiantes se ha revelado como un factor importante, definiéndose como la percepción que una persona tiene sobre sí misma en diferentes áreas de su vida, incluyendo sus habilidades, aspecto físico, relaciones sociales, entre otros aspectos, según García and Musitu (1999). Cada uno de estos aspectos puede tener un impacto directo en el rendimiento académico de los estudiantes, y es fundamental comprender cómo estos factores interactúan entre sí y con el rendimiento académico.

Otro componente relevante son las metas académicas de los estudiantes, se refieren a los objetivos que los estudiantes establecen para sí mismos en el ámbito educativo, que incluyen metas de aprendizaje, metas personales y valores académicos. Solis Esteban (2011) mencionan que las metas académicas son un impulsor clave del comportamiento académico y pueden influir en el rendimiento de los estudiantes.

Además, las estrategias de aprendizaje empleadas por los estudiantes son fundamentales, como lo menciona Solis Esteban (2011) se refieren a los métodos o enfoques que los estudiantes utilizan para aprender y procesar la información. Estas estrategias pueden incluir técnicas de organización, métodos de estudio, estrategias para la comprensión de lectura, cómo manejan la información nueva, entre otros. Así mismo, estos autores mencionan que la motivación de los estudiantes también ha surgido como un factor importante en el rendimiento académico, ya que algunos estudiantes pueden carecer del interés necesario en el aprendizaje de la estadística, lo que puede llevar a un bajo desempeño en esta área.

Esta caracterización y diagnóstico han puesto de manifiesto la complejidad de los factores que influyen en el rendimiento académico en el programa de Estadística de la USTA. El bajo rendimiento académico ha llevado a repitencias y a que un porcentaje significativo de estudiantes se encuentren en una situación condicional de acuerdo con las normativas de la Universidad.

En este contexto, surge el interrogante: *¿Cuáles son los factores que inciden en el rendimiento académico en los estudiantes del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás a partir de un modelo de ecuaciones estructurales?* Para abordar este cuestionamiento de manera integral y proporcionar una explicación en profundidad, se propone la aplicación de un modelo de ecuaciones estructurales.

La respuesta a esta pregunta de investigación será esencial para comprender y abordar los desafíos asociados con el rendimiento académico en el programa de Estadística de la USTA. La complejidad del problema requiere una evaluación holística que examine la relación entre el autoconcepto, las metas académicas, las estrategias de aprendizaje y la motivación de los estudiantes en un esfuerzo por brindar soluciones efectivas y mejorar el desempeño académico en esta área.

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Desarrollar un modelo de ecuaciones estructurales para analizar factores asociados al desempeño académico de los estudiantes del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás.

2.1.2. Objetivos específicos

- Analizar los efectos de los factores identificados en el desempeño académico de los estudiantes de Estadística.
- Proporcionar recomendaciones basadas en los resultados del modelo SEM para fortalecer aspectos del desempeño académico de los estudiantes en el programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás

3. Marco Referencial

3.1. Revisión de la literatura

En múltiples investigaciones que se realizan en el sector educativo, con el fin de implementar estrategias que permitan mejorar el desarrollo y desempeño de los agentes que en este interactúan, en algunos estudios se han estado enfocando en encontrar las posibles causas exógenas y endógenas que puedan afectar el rendimiento académico de los estudiantes utilizando diversas técnicas estadísticas, en seguida se recopilan algunas de estas:

Según Lau and Chan (2001) los métodos tradicionales para la identificación de los estudiantes con bajo rendimiento académico son: la diferencia simple, la división absoluta y las regresiones. El método de diferencia simple, como su nombre lo indica, se basa en la diferencia entre los puntajes estandarizados del desempeño y la habilidad. En el método de división absoluta se crea arbitrariamente un límite que divide la capacidad mental más alta y el rendimiento académico más bajo, Gilar-Corbi et al. (2019) menciona que el método de regresión identifica los estudiantes con bajo rendimiento académico por la desviación de los puntajes respecto a los pronosticados. Otro método que ayuda a la clasificación de los estudiantes con bajo y alto rendimiento académico son los modelos de variables latentes, con estos se pretende medir características que no son directamente observables, como la calidad de vida, la inteligencia, capacidades y rasgos personales. La finalidad principal de estos modelos es la clasificación de los individuos en categorías excluyentes y exhaustivas, basada en aspectos internos, tales como actitudes, percepción, preferencias, y cualquier otro aspecto de carácter subjetivo, López (2010). Dentro de estos modelos de variables latentes, uno de los más usados en psicometría son los modelos Rasch, donde se identifica la dificultad del ítem y la habilidad de la persona a través de la puntuación obtenida en los diferentes ítems, Gilar-Corbi et al. (2019). Se considera que aplicar este modelo es el método más objetivo, ya que los resultados están basados en escalas invariantes entre individuos, Phillipson (2008).

Para probar la causalidad y relación de las variables endógenas y exógenas que afectan el desempeño académico de los estudiantes, se ha hecho uso de los modelos estructurales, ya que, es una herramienta

estadística multivariada que permite probar la relación entre variables observadas y latentes, adicionalmente estos permiten hacer comparaciones entre los grupos de estudiantes con rendimiento académico bajo y con rendimiento académico alto, Gilar-Corbi et al. (2019).

Los inicios de los modelos de ecuaciones estructurales se remontan a principios del siglo XX, con el fin de encontrar flexibilidad en los modelos de regresión, y son producto de la mezcla del enfoque psicométrico y la tradición de predecir, propuesto inicialmente por Jöreskog en la década de los 70, cuando presenta la primera formulación del Análisis de la Estructura de Covarianzas(ANCOVA), Portillo et al. (2016).

De manera que, los modelos de ecuaciones estructurales permiten combinar varios procedimientos estadísticos como regresión múltiple, análisis factorial, Análisis de Varianza(ANOVA), entre otros, Nachtigall, et. al(2003). Otro método usado dentro de los modelos estructurales es el análisis de senderos, donde se determina la relación causa-efecto entre variables que se encuentra correlacionadas, estudiando así, los efectos directos o indirectos de las variables explicativas sobre la variable dependiente, Espinoza Romano (2018).

Veas et al. (2015) en España, a partir de un modelo de regresión jerárquico y un modelo de ecuaciones estructurales, identifica variables cognitivas y no cognitivas, influyen en el bajo rendimiento académico de los estudiantes. Encontrando que los los estudiantes con un autoconcepto positivo pueden tener resultados positivos, las orientaciones a metas tienen un efecto significativo en las estrategias seleccionadas por los estudiantes en las tareas escolares. En cuanto a las estrategias de aprendizaje, este estudio revela una contribucion significativa al rendimiento academico. Además, una prediccion significativa y positiva del rendimiento academico con la popularidad y finalmente la participacion de los padres se incluyo en el ultimo paso del analisis de regresion jerarquica para probar la contribucion especifica al rendimiento academico.

En el estudio realizado por Hernández and Rojas (2016), utilizaron un modelo de ecuaciones estructurales para analizar los posibles factores subyacentes al rendimiento académico en cursos de Matemáticas en la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua. La muestra, incorporaron variables de dimensiones sociodemográficas, psicosociales, institucionales y pedagógicas. Los resultados resaltan tres variables estudiantiles como determinantes cruciales del desempeño en el curso de Matemáticas: la inteligencia fluida, los hábitos de estudio y las actitudes negativas hacia las Matemáticas. Se observaron efectos indirectos significativos en las dos primeras variables, y estos siguieron las direcciones esperadas. En cuanto a las variables docentes, la edad, el nivel académico y la participación en cursos pedagógicos promovidos por la institución mostraron efectos directos de importancia.

En una universidad privada del noroeste de Colombia, Gutiérrez-Monsalve et al. (2021) presentan una metodología para determinar las variables asociadas al rendimiento académico universitario (RA) de una cohorte de estudiantes del año 2014. Se utilizó un discriminante canónico y una regresión logística para establecer la asociación entre variables pedagógicas, institucionales y sociodemográficas con el bajo RA utilizando únicamente información de los sistemas administrativos de la universidad. Concluyendo que el análisis discriminante y la regresión logística permiten clasificar y establecer los factores que explican el bajo RA universitario.

Pinzón and López (2021) realizan un estudio a través de un diseño de muestreo estratificado MAS a una población de 1724 de docentes de tiempo completo de tres universidades en Colombia, con el fin de presentar un modelo de ecuaciones estructurales basadas en la varianza SEM-PLS(modelación de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales). El modelo propuesto por los autores establece cinco constructos y 16 items o variables indicadoras, el instrumento y modelo usado se basa en el estudio previo propuesto por Teo (2009). Los resultados muestran que existe una relación positiva significativa entre la habilidad del uso de la tecnología para la pedagogía y la intención del uso constructivista y tradicional en el aula.

En España, Jiménez-Castuera (2007a), a partir de un modelo de ecuaciones estructurales, estudiaron las relaciones existentes entre la implicación motivacional de los alumnos en la clase de educación física y su percepción del clima motivacional establecido por el profesor en el aula. Los resultados reflejaron que existe una relación significativa entre la orientación a la tarea y la percepción del clima motivacional con

la práctica deportiva extraescolar de los estudiantes.

Peñalosa-Castro (2012) propusieron un modelo que integro elementos como el conocimiento previo; la interactividad instruccional y la autorregulación para la comprensión del aprendizaje en entornos mediados tecnológicamente en estudiantes que realizaron un curso de licenciatura en psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Barrios Gaxiola and Frías Armenta (2016), realizaron un estudio cuyo en la ciudad de Hermosillo(México) cuyo objetivo fue analizar las variables que influyen en el aprovechamiento escolar de los jóvenes. Se configuró una batería de pruebas para medir autoeficacia, autodeterminación, autorregulación, aspectos del contexto escolar y familiar, y espiritualidad. La muestra fue de 250 estudiantes regulares de nivel medio superior. Se estimaron estadísticas univariadas, se calcularon índices y se probó un modelo de ecuaciones estructurales en el que se formaron 2 factores: desarrollo positivo del joven y recurso institucional familiar. La variable de contexto escolar tuvo una influencia directa en el factor familiar y este, a su vez, en el desarrollo positivo del joven, el cual afectó directamente al promedio de los alumnos.

En un estudio titulado "Percepciones de la asociación de la actividad física y la calidad de vida en el rendimiento académico en universidades colombianas"Silveira Pérez et al. (2023) analizaron las percepciones de los estudiantes sobre la frecuencia de actividad física y la calidad de vida en relación con su rendimiento académico en universidades colombianas, los resultados del modelo de ecuaciones estructurales reflejan que el nivel de la actividad física de los estudiantes es bajo y siempre inferior al rendimiento académico. Los autores proponen un modelo global integrado para el rendimiento académico de los estudiantes, en donde el profesorado integre competencias de actividad física y calidad de vida con el rendimiento académico.

El estudio realizado por Quintero López et al. (2022) en la ciudad de Medellín(Colombia), se enfocó en analizar la relación entre fluidez, repetición, denominación y comprensión verbal en niños diagnosticados con Síndrome de Down (DS, por sus siglas en inglés) utilizando modelos de ecuaciones estructurales. Se formularon las siguientes hipótesis de investigación relacionales: H1. En personas con DS, a menor fluidez fonológica menor fluidez semántica, H2. En personas con DS, a menor fluidez fonológica menor repetición de pseudopalabras, H3. En personas con DS, a menor fluidez fonológica menor repetición de frases, H4. En personas con DS, a menor fluidez fonológica menor denominación del LG y H5. En personas con DS, a menor fluidez fonológica menor comprensión verbal.

En un estudio titulado "Modelo de ecuaciones estructurales para la evaluación de competencias tecnológicas en estudiantes universitarios"Romero-Sánchez and Barrios (2023), evaluaron los factores relacionados con las habilidades digitales en 256 estudiantes universitarios de pregrado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Utilizando un modelo de ecuaciones estructurales que incluye cuatro constructos. Los resultados indican que las competencias digitales de los estudiantes están influenciadas por las capacidades relacionadas con la información, la comunicación, la tecnología y la organización, las cuales se adquieren a lo largo de su proceso educativo. Estos hallazgos destacan la importancia de caracterizar las habilidades digitales para facilitar actividades académicas en entornos virtuales, como la búsqueda de información, el trabajo colaborativo y la edición de documentos académicos.

La aplicación de modelos de ecuaciones estructurales en el análisis de factores asociados al rendimiento académico es un enfoque pertinente. Estos modelos proveen un marco analítico robusto que permite no solo identificar, sino también comprender la compleja red de variables que influyen en el desempeño educativo. Al evaluar relaciones directas e indirectas entre múltiples factores, los SEM ofrecen una visión integral de cómo distintos aspectos, tales como habilidades cognitivas, motivación, contexto socio-económico y metodologías educativas, interactúan y se entrelazan para influir en el logro académico. Su capacidad para capturar estas relaciones de manera simultánea y cuantificar su impacto relativo, hace de los SEM una herramienta esencial para diseñar intervenciones más precisas y orientadas a mejorar el rendimiento estudiantil. Esta idoneidad de los modelos de ecuaciones estructurales resalta su valor no solo como instrumento de investigación, sino también como guía para políticas educativas más efectivas y centradas en el estudiante.

3.2. Modelo de ecuaciones estructurales

Hair, et al. (2009, citado por Brand Uribe (2021)) menciona que el modelado de ecuaciones estructurales es una agrupación de modelos estadísticos que buscan explicar relaciones entre múltiples variables. Estos modelos utilizan una serie de ecuaciones que describen las interrelaciones entre las variables, asemejándose a un conjunto de ecuaciones de regresión múltiple. Además, estas ecuaciones caracterizan constructos, los cuales representan factores latentes compuestos por múltiples variables.

Un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) completo, consta de dos partes fundamentales: el modelo de medida y el modelo de relaciones estructurales, por tanto el modelo de medida representa la relación entre las variables observadas y las variables latentes, mientras que el modelo estructural representa solamente la relación entre las variables latentes. En seguida se escriben estas definiciones en términos matemáticos, Kline (2015) establece seis elementos claves para la estructuración de este tipo de modelos, los cuales se mencionan como sigue:

3.2.1. Especificación del modelo

Se establece formalmente un modelo que propone las relaciones hipotéticas entre las variables latentes medibles por medio de las variables observadas basándose en los conocimientos teóricos. Es importante poseer fuentes confiables del tema que respalden las hipótesis planteadas por el investigador con el fin de obtener un buen modelamiento con ecuaciones estructurales.

Luego que se desarrolla la especificación del modelo teórico que se plasma en un diagrama de red (camino), que permite visualizar gráficamente las relaciones entre las variables que son postuladas por el modelo teórico Bentler (1995). Para comprender los diagramas de trayectoria o de camino es necesario conocer las siguientes convenciones:

- Variables observadas o indicadores: Son aquellas que pueden ser observadas o medidas de manera directa. Su representación es a través de cuadrados o rectángulos. En general se les asignan las letras X y Y .
- Las variables latentes o factores: Son aquellas que se infieren a partir de las variables observadas y no pueden medirse directamente. Se representan mediante círculos o elipses y en general, se determinan con las letras griegas; ξ para representar las variables latentes exógenas quienes tienen efecto sobre otras variables, pero no reciben efecto por parte de ninguna de ellas; y con la letra η para denotar a las variables latentes endógenas las cuales reciben efectos de otras variables y siempre van acompañadas por el término error.
- Las relaciones entre variables se simbolizan con flechas, el origen de la flecha indica la causa y la punta señala el efecto. Las flechas unidireccionales representan la hipótesis de un efecto directo de una variable sobre otra.
- Las variables pueden tener relaciones recíprocas, la cual se representa con dos flechas.
- La covarianza entre variables se representa con curvas bidireccionales con una flecha en cada extremo.
- La ausencia de flecha entre dos variables indica que no están directamente relacionadas.

Para clarificar las convenciones mencionadas anteriormente se especifican en la *Figura 1*

Brand Uribe (2021) mencionan que estas se utilizan desde hace mucho tiempo, establecidas por Bollen (1989) y siguen vigentes en muchos artículos publicados en las diferentes áreas del conocimiento.

Modelo estructural: Representa las relaciones causales entre las variables latentes mediante diagrama de trayectoria y análisis de regresión. (Bollen, 1989) los formaliza matemáticamente:

$$\eta_{(m \times 1)} = B_{(m \times m)}\eta_{(m \times 1)} + \Gamma_{(m \times n)}\xi_{(n \times 1)} + \zeta_{(m \times 1)} \quad (1)$$

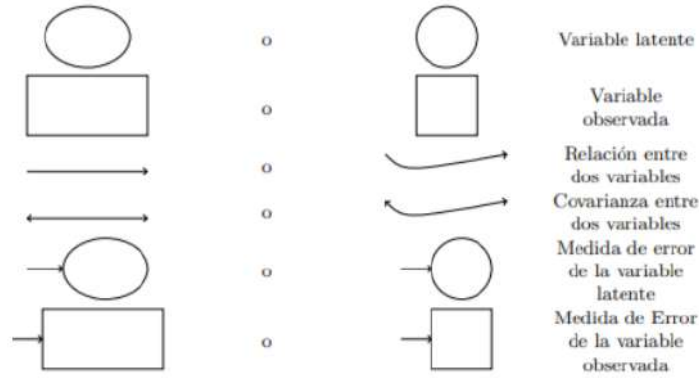


Figura 1: Representación gráfica de las variables del modelo. Tomada de Brand Uribe (2021), Modelos de Ecuaciones Estructurales: Conceptos y Aplicaciones, p-48.

donde:

1. $\boldsymbol{\eta}$ es el vector de las variables endógenas.
2. $\boldsymbol{\xi}$ es el vector es el vector de las variables latentes exógenas.
3. $\mathbf{B}_{(m \times m)}$ es la matriz de coeficientes que representan los efectos directos de las variables endógenas.
4. $\mathbf{\Gamma}_{(m \times n)}$ es la matriz de coeficientes que representan los efectos directos de las variables $\boldsymbol{\xi}$ con las variables $\boldsymbol{\eta}$.
5. $\boldsymbol{\zeta}$ es el vector aleatorio de error de las ecuaciones estructurales.

Modelo de medida: El principal objetivo de este modelo es comprobar la idoneidad de las variables observadas seleccionadas en la medición de las variables latentes. Se debe construir un modelo de medida tanto para las variables endógenas como para las variables exógenas, en los cuales se debe contemplar los errores de medición para cada una de estas.

En un modelo completo hay dos modelos de medida, uno para las variables predictoras:

$$\mathbf{y}_{(p \times 1)} = \mathbf{A}_{\mathbf{y}_{(p \times m)}} \boldsymbol{\eta}_{(m \times 1)} + \boldsymbol{\epsilon}_{(p \times 1)} \quad (2)$$

y el otro de las variables dependientes:

$$\mathbf{x}_{(q \times 1)} = \mathbf{A}_{\mathbf{x}_{(q \times n)}} \boldsymbol{\xi}_{(n \times 1)} + \boldsymbol{\delta}_{(q \times 1)}. \quad (3)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}_{\mathbf{x}} \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\delta}. \quad (4)$$

en donde:

1. $\boldsymbol{\eta}$ es el vector de las variables latentes endógenas.
2. $\mathbf{y}$ e $\mathbf{x}$ son los vectores de las variables observadas.
3. $\mathbf{A}_{\mathbf{y}}$ es la matriz de coeficientes que representa el impacto de las variables $\boldsymbol{\eta}$ con las variables $\mathbf{y}$.

4. $\mathbf{A}_x$ es la matriz de coeficientes que representa el impacto de las variables ξ con las variables x .
5. ξ es el vector de variables latentes exógenas.
6. ϵ y δ son los vectores de error de medición.

Supuestos del modelo:

1. ξ y ζ son no correlacionados.
2. $(\mathbf{I} - \mathbf{B})$ matriz no singular.
3. $E[\zeta] = 0$.
4. $E[\eta] = 0$.
5. $E[\xi] = 0$.
6. ϵ es no correlacionado con η .
7. δ es no correlacionado con ξ .
8. ϵ y δ no correlacionados, pero pueden tener sus respectivas variables correlacionadas entre sí.
9. ζ, ϵ y δ mutuamente no correlacionados.

Las matrices de covarianzas de las variables latentes exógenas son dadas por:

1. $\Phi_{(n \times n)} = E[\xi\xi']$, Matriz de covarianzas de ξ .
2. $\Psi_{(m \times m)} = E[\zeta\zeta']$, Matriz de covarianzas de ζ .

Las matrices de covarianzas de los errores de medición:

1. $\Theta_{\epsilon(p \times p)} = E[\epsilon\epsilon']$, Matriz de covarianzas de ϵ .
2. $\Theta_{\delta(q \times q)} = E[\delta\delta']$, Matriz de covarianzas de δ .

A continuación se muestra un diagrama de caminos que representa un modelo de ecuaciones estructurales en particular, como un ejemplo a las ideas condensadas presentadas en los ítems anteriores en la *Figura 2* mediante un gráfico de senderos (diagrama de caminos), según Brand Uribe (2021):

Partiendo del diagrama de caminos que representa el modelo de ecuaciones estructurales completo, se puede desprender el diagrama de caminos para el modelo estructural *Figura 3*. Este puede ser escrito de forma matricial:

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

esto equivale a las siguientes ecuaciones:

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{12}\xi_2 + \zeta_1$$

$$\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_1 + \zeta_2$$

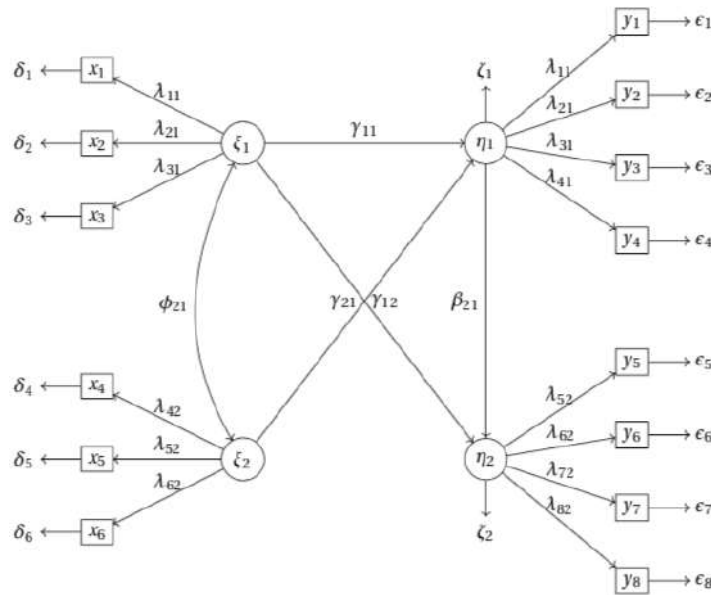


Figura 2: Diagrama de caminos para un modelo de ecuaciones estructurales completo. Tomada de Brand Uribe (2021), Modelos de Ecuaciones Estructurales: Conceptos y Aplicaciones, p-49.

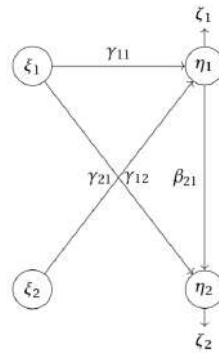


Figura 3: Diagrama de caminos para el modelo estructural. Tomada de Brand Uribe (2021), Modelos de Ecuaciones Estructurales: Conceptos y Aplicaciones, p-50.

Así mismo, partiendo que el diagrama de caminos que representa el modelo de ecuaciones estructurales completo, figura 4:

Así, se tienen las siguientes ecuaciones tanto para las variables $\mathbf{x}$ y $\mathbf{y}$:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \mathbf{x}_3 \\ \mathbf{x}_4 \\ \mathbf{x}_5 \\ \mathbf{x}_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 \\ \lambda_{21} & 0 \\ \lambda_{31} & 0 \\ 0 & \lambda_{42} \\ 0 & \lambda_{52} \\ 0 & \lambda_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix},$$

donde los $\mathbf{x}_i$ se escriben de forma específica:

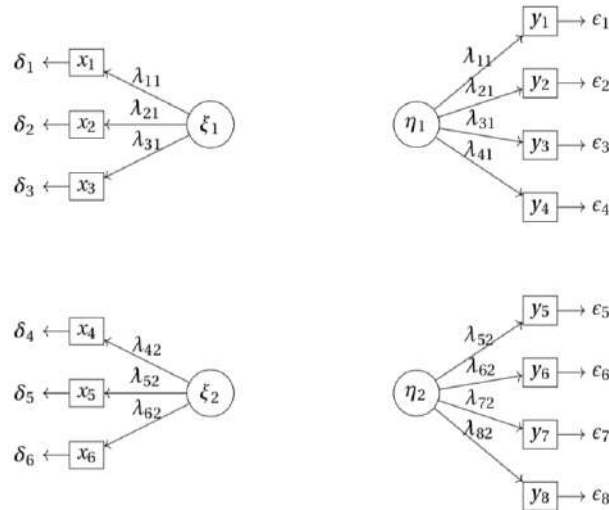


Figura 4: Diagrama de caminos para el modelo de medida. Tomada de Brand Uribe (2021), Modelos de Ecuaciones Estructurales: Conceptos y Aplicaciones, p-51.

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \lambda_{11}\xi_1 + \delta_1 \\
 x_2 &= \lambda_{21}\xi_1 + \delta_2 \\
 x_3 &= \lambda_{31}\xi_1 + \delta_3 \\
 x_4 &= \lambda_{42}\xi_2 + \delta_4 \\
 x_5 &= \lambda_{52}\xi_2 + \delta_5 \\
 x_6 &= \lambda_{62}\xi_2 + \delta_6,
 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 \\ \lambda_{21} & 0 \\ \lambda_{31} & 0 \\ \lambda_{41} & 0 \\ 0 & \lambda_{52} \\ 0 & \lambda_{62} \\ 0 & \lambda_{72} \\ 0 & \lambda_{82} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \\ \epsilon_4 \\ \epsilon_5 \\ \epsilon_6 \\ \epsilon_7 \\ \epsilon_8 \end{bmatrix},$$

las variables y_1 como:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \lambda_{11}\eta_1 + \epsilon_1 \\
 y_2 &= \lambda_{21}\eta_1 + \epsilon_2 \\
 y_3 &= \lambda_{31}\eta_1 + \epsilon_3 \\
 y_4 &= \lambda_{41}\eta_1 + \epsilon_4 \\
 y_5 &= \lambda_{52}\eta_2 + \epsilon_5 \\
 y_6 &= \lambda_{62}\eta_2 + \epsilon_6 \\
 y_7 &= \lambda_{72}\eta_2 + \epsilon_7 \\
 y_8 &= \lambda_{82}\eta_2 + \epsilon_8,
 \end{aligned}$$

y las matrices de covarianza están dadas por:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix} \quad \Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} \\ \psi_{21} & \psi_{22} \end{bmatrix}$$

$$\Theta_{\delta} = \begin{bmatrix} \theta_{\delta_{11}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_{\delta_{22}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_{\delta_{33}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \theta_{\delta_{44}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{\delta_{55}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{\delta_{66}} \end{bmatrix} \quad \Theta_{\epsilon} = \begin{bmatrix} \theta_{\epsilon_{11}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_{\epsilon_{22}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_{\epsilon_{33}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \theta_{\epsilon_{44}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{\epsilon_{55}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{\delta_{66}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{\delta_{77}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_{\delta_{88}} \end{bmatrix}.$$

Efecto Directo, Indirecto y Total

La covarianza entre las variables X e Y es negativa cuando X crece e Y decrece. Hay una relación positiva cuando X crece y Y también y no existe relación entre las variables X e Y cuando la correlación entre ellas es cero. Cuando se observa una relación de covariación entre dos variables, no se interpreta como una relación casual entre ambas.

En la sección 3.2.1 se mencionó las características y el objetivo del diagrama de caminos, para ilustrar las relaciones de que X e Y covarien, imágenes tomadas de Brand Uribe (2021), Modelos de Ecuaciones Estructurales: Conceptos y Aplicaciones, p 53-54:



Figura 5: Relación simple



Figura 6: Relación recíproca

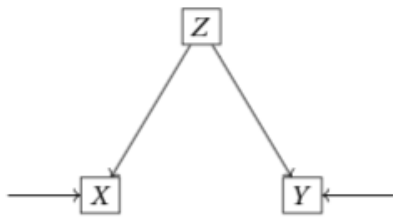


Figura 7: Relación espúrea

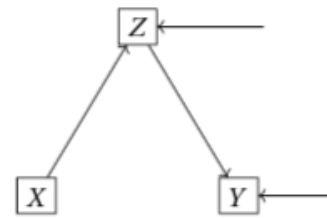


Figura 8: Relación indirecta

- Relación directa(Figura 5): X e Y pueden covariar si X causa Y , por tanto, asume un modelo de regresión en el que Y fuese la variable respuesta y X la predictora, de igual forma si Y causa X sobre Y .
- Relación recíproca(Figura 6): la relación casual entre dos variables puede ser recíproca o unidireccional. Cuando es recíproca(bidireccional) la variable causa es a su vez el efecto de la otra, esto se representa como dos flechas separadas en sentidos contrarios.

- Relación espúrea(*Figura 7*): se ven involucradas tres variables, se observa que X e Y covarían si tienen una causa común Z , este tipo de relación se refiere a la existencia de covariación entre dos variables que es debida, parcial o totalmente a la relación de ambas variables con la tercera.
- Relación indirecta(*Figura 8*): implica tres variables, X e Y también covarían si están relacionadas a través de tercera una variable Z , por tanto existe una relación indirecta entre dos variables cuando el efecto entre la primera y la segunda pasa por la tercera.

3.2.2. Matriz de covarianza implícita

Los parámetros del modelo están presentes en ocho matrices: $B, \Gamma, \Lambda_y, \Lambda_x, \Phi, \Psi, \Theta_\epsilon, \Theta_\delta$. El vector que contiene todos esos parámetros se denota por θ . Específicamente los parámetros son los coeficientes que acompañan las variables latentes del modelo estructural y de medida, varianzas y covarianzas de las variables latentes exógenas, errores de medida y errores del modelo de estructura.

Según Bollen (1989, citado por Uribe, 2021), la premisa para modelar ecuaciones estructurales establece que “Si el modelo es correcto y si los parámetros fuesen conocidos, la matriz poblacional de las covarianzas podría ser reproducida exactamente a partir de la combinación de los parámetros del modelo”.

Si se denota la matriz Σ como la matriz de varianza poblacional de las variables observadas x e y , θ es el vector que contiene los parámetros del modelo y $\Sigma(\theta)$ la matriz de varianzas y covarianzas implícitas de la función de los parámetros del modelo, en forma estadística mediante la siguiente hipótesis:

$$H_0 = \Sigma = \Sigma(\theta). \quad (5)$$

Como Σ es la matriz de varianzas de las variables observada, y por álgebra de matrices se puede escribir como función de los parámetros del modelo:

$$\Sigma(\theta) = \begin{bmatrix} \Sigma_{yy} & \Sigma_{yx} \\ \Sigma_{xy} & \Sigma_{xx} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Así, Matsueda(2012) describe cada uno de los componentes en función de los parámetros del modelo después de haber enunciado la matriz $\Sigma(\theta)$, citado por Brand Uribe (2021), como sigue a continuación de manera resumida:

La matriz implícita de y :

$$\Sigma_{yy} = E[yy'] = \Lambda_y E[\eta\eta'] \Lambda_y' + \Theta_\epsilon \quad (7)$$

El modelo de forma matricial que se presenta en la *ecuación 1* se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\eta = \eta + \Gamma\xi + \zeta = (I - B)^{-1}(\Gamma\xi + \zeta). \quad (8)$$

Luego, se reemplaza(7) en la *expresión(6)*:

$$\Sigma_{yy} = \Lambda_y E[\eta\eta'] \Lambda_y' + \Theta_\epsilon = \Lambda_y (I - B)^{-1} \{\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi\} (I - B)^{-1} \Lambda_y' + \Theta_\epsilon. \quad (9)$$

Se describe en seguida la matriz implícita de x , la cual está dada por:

$$\Sigma_{xx} \theta = E[xx'] = \Gamma_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta. \quad (10)$$

Ahora, la covarianza implícita x con y :

$$\Sigma_{xy}(\theta) = E[xy'] = \Lambda_x \Phi \Gamma' (I - B)^{-1} \Lambda_y'. \quad (11)$$

Además, la covarianza implícita y con x :

$$\Sigma_{yx}(\theta) = E[yx'] = \Lambda_y(I - B)^{-1}\Gamma\Phi\Lambda'_x. \quad (12)$$

Con los resultados (8) , (9), (10) y (11) se llega a la matriz que fue descrita en la *expresión(5)* así:

$$\Sigma(\theta) = \begin{bmatrix} \Lambda_y(I - B)^{-1}\{\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi\}(I - B)^{-1}\Lambda'_y + \Theta_\epsilon & \Lambda_y(I - B)^{-1}\Gamma\Phi\Lambda'_x \\ \Lambda_x\Phi\Gamma'(I - B)^{-1}\Lambda'_y & \Gamma_x\Phi\Lambda'_x + \Theta_\delta \end{bmatrix}.$$

Por tanto, la hipótesis definida en la *ecuación(4)* , puede ser formulada como:

$$H_0 : \Sigma(\theta) = \begin{bmatrix} \Lambda_y(I - B)^{-1}\{\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi\}(I - B)^{-1}\Lambda'_y + \Theta_\epsilon & \Lambda_y(I - B)^{-1}\Gamma\Phi\Lambda'_x \\ \Lambda_x\Phi\Gamma'(I - B)^{-1}\Lambda'_y & \Gamma_x\Phi\Lambda'_x + \Theta_\delta \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Al no conocer la covarianza real de la población, por tanto se toma $S = \Sigma(\theta)$ para encontrar las estimaciones de los parámetros del modelo, donde S es la matriz de covarianza muestral. La estimación se realiza buscando valores para los parámetros desconocidos θ para $\Sigma(\theta)$ coincida con la matriz de covarianza de las variables observadas. Tomando la hipótesis formulada en (12), para verificar esta igualdad se deben estimar los parámetros respectivos, por tanto el objetivo de la estimación es obtener los valores de los parámetros que permitan mantener esta igualdad con los datos muestrales.

3.2.3. Identificación del modelo

Dado que en un modelo de ecuaciones estructurales, no siempre se pueden encontrar un único vector de parámetros θ que optimice la solución del problema. Según la notación utilizada en la sección anterior, un modelo se dice que es identificable cuando se cumple la siguiente condición:

$$\Sigma(\theta_1) = \Sigma(\theta_2) \Rightarrow \theta_1 = \theta_2.$$

La identificación tiene como objetivo demostrar que los parámetros desconocidos del modelo son funciones de uno o varios elementos no redundantes de Σ y esta solución lleva a una solución única. Este paso consiste en garantizar que se puedan estimar los parámetros del modelo. Para determinar si el modelo está identificado, cada elemento de θ debe ser resuelto en términos de Σ a partir de $\Sigma = \Sigma(\theta)$ según la hipótesis presentada en la expresión(4). Si se tienen k variables observadas, el número de ecuaciones que se derivan de la igualdad anterior es $\frac{1}{2}k(k + 1)$, con lo cual si t es el número de parámetros, hay tres situaciones posibles:

- Modelo saturado: cuando la informacion contenida en Σ es suficiente para estimar los parámetros y existe una solución única para los elementos en θ , es decir: $t = \frac{1}{2}k(k + 1)$.
- Modelo sobreidentificado: En este caso, el sistema determinado $\Sigma = \Sigma(\theta)$ posee infinitas soluciones, así: $t < \frac{1}{2}k(k + 1)$. En el proceso de estimación escoge la solución que minimice una función de discrepancia, por tanto, la escogencia es óptima.
- Modelo subidentificado: En este caso la informacion contenida en Σ es insuficiente para estimar los parámetros, $t > \frac{1}{2}k(k + 1)$.

Bentler(1995)propuso algunas consideraciones para las reglas de identificación de los parámetros del modelo:

- i. Todas las varianzas y covarianzas de las variables exógenas son parámetros del modelo.

- ii. Todas las cargas factoriales que conectan variables latentes con sus indicadores son parámetros del modelo.
- iii. Todos los coeficientes de regresión entre variables observadas o variables latentes son parámetros del modelo.
- iv. Las varianzas y covarianzas entre variables endógenas y las covarianzas entre variables endógenas y exógenas, nunca son parámetros del modelo.

Regla de los grados de Libertad o regla t

Este enfoque se basa en la idea de que a medida que aumenta el número de parámetros estimados en un modelo SEM, también lo hace la complejidad del modelo. Si el número de observaciones es insuficiente en relación con la cantidad de parámetros estimados, el modelo puede sufrir de sobreajuste (overfitting) o tener estimaciones poco confiables, lo que hace que los resultados no sean generalizables o no se ajusten adecuadamente a los datos.

La información disponible para la identificación corresponde a los elementos no redundantes de Σ . Debido a que hay p variables en y y q variables en x la matriz Σ es de orden $(p+q) \times (p+q)$ y como la matriz es simétrica hay:

$$\frac{(p+q)(p+q+1)}{2},$$

para escribir los parámetros θ en función de Σ se dispone de $\frac{(p+q)(p+q+1)}{2}$ ecuaciones, de manera que, una condición necesaria y suficiente para escribir la identificación de los parámetros es:

$$t < \frac{(p+q)(p+q+1)}{2},$$

donde t denota el número de elementos de θ .

3.2.4. Estimación de parámetros

Luego de asegurar la identificación del modelo, si el modelo es correcto y se conocen los parámetros de la población, se tiene que $\Sigma = \Sigma(\theta)$, sin embargo se usa la matriz de covarianza muestral S como una estimación de Σ , se procede a estimar los parámetros del vector θ donde se desea minimizar la diferencia entre la matriz de covarianza estimada $\Sigma(\theta)$ este tan cerca de S , para evaluar tal proximidad se minimiza una función de la matriz de residuos $(S - \Sigma)$, teniendo en cuenta que los parámetros en θ se estiman de tal forma que minimicen una función de discrepancia $F(S, \Sigma)$, cumpliendo las siguientes propiedades según señala Brand Uribe (2021):

- i. $F(S, \Sigma)$ es un escalar.
- ii. $F(S, \Sigma) \geq 0$.
- iii. $F(S, \Sigma) = 0$ sí y solo sí $\Sigma = S$.
- iv. $F(S, \Sigma)$ es continua en Σ y S .

Asumiendo que el modelo está identificado, se deben estimar los parámetros libres, esta estimación está basada en métodos iterativos. Los métodos más empleados, a través de la función, $F(S, \Sigma)$ son Máxima Verosimilitud (Maximum Likelihood o ML), Mínimos Cuadrados no Ponderados (Unweighted Least Squares o ULS), Mínimos Cuadrados Ponderados (Weighted Least Squares o WLS), Mínimos Cuadrados Generalizados (Generalized Least Squares o GLS) o Mínimos Cuadrados Parciales (Partial Least Squares o PLS).

- **Ḿxima Verosimilitud:** es el coḿnmente utilizado para la estimaci3n de parámetros en los modelos de ecuaciones estructurales, ya que proporciona resultados consistentes y no sesgados. Construido para una prueba de hip3tesis $H_0 : \Sigma = \Sigma(\theta)$ frente a $H_1 : \Sigma \neq \Sigma(\theta)$ bajo el supuesto que los datos se distribuyen normalmente, la funci3n $F(S, \Sigma)$, tiene la siguiente expresi3n:

$$F_{ML}(S, \Sigma) = \ln \det \Sigma(\theta) - \ln \det S + \text{tr}(S \Sigma^{-1}(\theta)) - (p + q). \quad (14)$$

donde $\Sigma(\theta)$ y S se asumen definidas positivas, con lo cual sus determinantes son mayores que cero y aś, todos los t́rminos de la ecuaci3n(13) est́n bien definidos. Para maximizar esta funci3n de Verosimilitud se deriva parcialmente a θ utilizando propiedades matriciales, resultando de la siguiente manera:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} F_{ML}(S, \Sigma(\theta)) = \text{tr} \left\{ \Sigma^{-1}(\theta) [\Sigma^{-1}(\theta) - S] \Sigma^{-1}(\theta) \frac{\partial}{\partial \theta} \Sigma(\theta) \right\}.$$

Luego se deriva parcial la *ecuaci3n(13)* respecto a θ_u y θ_v dos componentes cualquiera de θ aś:

$$\frac{\partial}{\partial \theta_u \theta_v} F_{ML}(S, \Sigma(\theta)) = \text{tr} \left\{ \left[\Sigma^{-1}(\theta) \frac{\partial}{\partial \theta_u} \Sigma(\theta) \right] \left[\Sigma^{-1}(\theta) \frac{\partial}{\partial \theta_v} \Sigma(\theta) \right] \right\}.$$

Es aś, como se aplica un proceso de optimizaci3n para estimar los parámetros, de modo que una estimaci3n 3ptima de $\hat{\theta}$ maximiza la verosimilitud del modelo que est́ asociado a minimizar la distancia $d(\Sigma(\hat{\theta}), S)$ entre la matriz de covarianzas muestral S y las covarianzas muestrales inferidas $\Sigma(\hat{\theta})$. La maximizaci3n de $F_{ML}(S, \Sigma(\hat{\theta}))$ cumple con las propiedades de los estimadores de Ḿxima Verosimilitud, como: asint3ticamente normales, invariantes, consistentes, eficientes e insesgados siempre que x, y signa una distribuci3n normal multivariada y el modelo este sobreidentificado. Para emplearlo se requiere cumplir los supuestos de normalidad, especificaci3n correcta del modelo y tamaño de muestra grande, al menos 200 casos, ya que a medida que el tamaño de la muestra aumenta la distribuci3n de las estimaciones tiende a una distribuci3n normal.

- **Ḿnimos Cuadrados Generalizados:** tiene como objetivo minimizar la diferencia entre los valores observados y los valores predichos en S y los elementos correspondientes predichos en $\Sigma(\theta)$. La funci3n a minimizar es:

$$F_{GLS}(S, \Sigma(\theta)) = \frac{1}{2} \text{tr} [S - \Sigma(\theta) W^{-1}]^2, \quad (15)$$

donde W^{-1} es una matriz de peso para la matriz residual. Minimizando la funci3n(14) se obtienen los estimadores de ḿnimos cuadrados generalizados para los parámetros del modelo, se pueden utilizar varias matrices de pesos, pero la ḿs usada es $W^{-1} = S^{-1}$ lo que lleva a la obtenci3n de estimadores insesgados, 3ptimos, consistentes y con distribuci3n asint3ticamente normal multivariada. Con esto, la funci3n(14) puede ser reescrita aś:

$$F_{GLS}(S, \Sigma(\theta)) = \frac{1}{2} \text{tr} \{ [S - \Sigma(\theta)] S^{-1} \}^2. \quad (16)$$

La derivada parcial de θ de la *ecuaci3n(15)* est́ dada por:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} F_{GLS}(S, \Sigma(\theta)) = \text{tr} \left\{ [S^{-1} [\Sigma(\theta) - S] S^{-1} \frac{\partial}{\partial \theta} \Sigma(\theta)] \right\}. \quad (17)$$

“Las estimaciones obtenidas por el ḿtodo de GLS cumplen los mismos criterios que las obtenidas bajo el ḿtodo de ML. Bajo la suposici3n de normalidad multivariada, estos estimadores son excelentes cuando el tamaño de muestra es grande” (Bollen, 1989, citado por Brand Uribe (2021)).

- **Estimación por Mínimos Cuadrados no Ponderados:** es un método de estimación de parámetros que no requiere ningún tipo de distribución teórica de las variables observadas y produce resultados asintóticamente válidos para tamaño de muestra grandes. La función de discrepancia de mínimos cuadrados generalizados para $W = I$, corresponde a:

$$F_{ULS}(S, \Sigma(\theta)) = \frac{1}{2} \text{tr} \{ [S - \Sigma(\theta)]^2 \}. \quad (18)$$

Minimizando esta expresión se obtienen los estimadores de mínimos cuadrados no ponderados para los parámetros del modelo. esta función minimiza la suma de cuadrados de cada elemento de la matriz residual $[S - \Sigma(\theta)]$, esta función de discrepancia, determina estimadores consistentes y no requiere el supuesto de que las variables sigan una distribución en particular. Bar and Ullman (1996) señalan que este método tiene dos limitaciones, la primera de ellas es que no se puede evaluar la prueba χ^2 y la segunda, es que los estimadores dependen de la escala de medida de las variables observadas.

Usando la derivada parcial con respecto a θ de la *función*(17), está dada por:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} F_{ULS}(S, \Sigma(\theta)) = \frac{1}{2} \text{tr} \left\{ 2[S - \Sigma(\theta)] \frac{\partial}{\partial \theta} [S - \Sigma(\theta)] \right\} - \text{tr} \left\{ [\Sigma(\theta) - S] \frac{\partial}{\partial \theta} \Sigma(\theta) \right\}. \quad (19)$$

ya que la derivada parcial de S con respecto a θ es igual a la matriz cuadrada nula de orden $p + q$ variables observadas. de la derivada parcial de la *ecuación*(18), se obtiene la derivada parcial respecto a θ_u y θ_v , para dos componentes cualquiera de quedando expresada:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} F_{ULS}(S, \Sigma(\theta)) = \text{tr} \left\{ \left[\frac{\partial}{\partial \theta} \Sigma(\theta_u) \right] \right\} \left\{ \left[\frac{\partial}{\partial \theta} \Sigma(\theta_v) \right] \right\}.$$

donde "tr" es la traza o la suma de los elementos de la diagonal de una matriz.

3.2.5. Evaluación del ajuste

La evaluación o bondad de ajuste hace referencia a la exactitud de los supuestos del modelo especificado para determinar si el modelo es correcto y sirve como aproximación al fenómeno real. Por tanto, tiene como objetivo verificar que las medidas de ajuste evalúan si la matriz de covarianza ajustada por el modelo, $\Sigma(\hat{\theta})$ es consistente con la matriz de covarianzas muestral, S .

Las medidas de ajuste global del modelo pueden ser:

Medidas absolutas del ajuste: evalúan el grado en que el modelo estructural y de medida predice la matriz de datos inicial.

- Prueba Chi-cuadrado(χ^2), si el modelo está correctamente especificado, si la muestra es suficientemente grande, si se analiza una matriz de covarianzas y las variables observadas siguen una distribución normal multivariada, $(n - 1)F(S, \Sigma)$ tiene una distribución asintótica χ^2 . Según Ruiz (2010) el modelo tiene un ajuste aceptable si el valor es menor que 3, sigue la siguiente expresión:

$$(n - 1)F_{MI} \sim \chi^2 \left(\frac{1}{2}(p + q)(p + q + 1) - t \right),$$

donde p es el número de variables observadas de η , q es el número de variables observadas de ξ y t es el número de parámetros libre del modelo. Para no rechazar la hipótesis nula $H_0 : \Sigma = \Sigma(\theta)$ el p -valor tiene que ser mayor o igual al nivel de significancia α deseado.

- El Error de Aproximación Cuadrático Medio: (RMSEA del Root Mean Square error of Approximation) indica el grado en el que el modelo se ajusta a la matriz de covarianza de la muestra, se denota por:

$$RMSEA = \sqrt{\frac{\widehat{F_0}}{g.l.p}},$$

donde $\widehat{F_0} = \max \left(\frac{\hat{C} - g.l.p}{n} \right)$ y $\hat{C} = n \times F_p$ donde F_p y $g.l.p$ son respectivamente la función de discrepancia y el número de grados de libertad, ambos referidos al modelo del investigador. El RMSEA incorpora una medida que penaliza la falta de parsimonia en el modelo, es sensible al número de parámetros a estimar y es relativamente insensible al tamaño de la muestra. Si $RMSEA < 0,05$ se tiene un buen ajuste del modelo.

Medidas del ajuste incremental: Comparan el modelo propuesto con otros modelos especificados por el investigador:

- El índice normalizado de ajuste (NFI, del Normalized Fit Index), compara la reducción de la función de discrepancia al pasar del modelo saturado al modelo del investigador, está dado por la siguiente expresión:

$$NFI = \frac{F_S - F_p}{F_p},$$

donde F_p y F_S son los valores de las funciones de discrepancia de los modelos saturados y del investigador. Este indicador asume valores entre $[0,1]$ y sugiere que el modelo está bien a medida que se acerca a 1, con 0,9 como punto de corte.

- El índice no normalizado de ajuste (NNFI), o índice Tucker Lewis, supera las limitaciones del NFI al considerar los grados de libertad del modelo teórico, tiene como objetivo medir la reducción de la función de discrepancia cuando se pasa del modelo saturado al modelo del investigador, se denota como:

$$TLI = NNFI = \frac{(F_S/g.l.S) - (F_p/g.l.p)}{(F_S/g.l.S) - (1/(n-1))},$$

donde F_p y F_S son las funciones de discrepancia respectiva de los modelos saturado y del investigador, mientras que $g.l.p$ y $g.l.S$ son los grados de libertad. El rango de este va entre 0 y 1, siendo recomendables los valores mayores o iguales a 0,9.

- Índice de reajuste comparativo (CFI, de Comparative Fit Index): compara la diferencia entre la estructura de covarianza del modelo de medición contra una situación hipotética donde no existe relación entre las variables observadas. Valores próximos a 1 indican un ajuste perfecto entre el modelo teórico y los datos recogidos, está determinado por la siguiente expresión:

$$CFI = 1 - \frac{\max(\{F_p - [g.l.p/(n-1)]\}, 0)}{\max(\{F_p - [g.l.p/(n-1)]\}, \{F_S - [g.l.S/(n-1)]\}, 0)},$$

donde, F_S y F_p son funciones de discrepancia respectiva de los modelos saturados y del investigador, mientras que $g.l.S$ y $g.l.p$ son los grados de libertad correspondiente.

- El Índice de Ajuste Incremental (IFI) compara el ajuste de dos o más modelos donde valores superiores a 0,9 indican un ajuste aceptable.

$$IFI = \frac{F_S - F_p}{F_S - [g.l.p/(n-1)]},$$

donde $g.l.p$ es el número de grados de libertad del modelo del investigador, mientras que F_S y F_p son los valores respectivos de las funciones de discrepancia de los modelos saturados y del investigador. Este indicador sugiere que valores cercanos a 1 representan modelos válidos.

3.2.6. Reespecificación del modelo

Bar and Ullman (1996) señala que existen básicamente dos motivos para especificar un modelo, ya sea para mejorar su ajuste o contrastar alguna hipótesis teórica. Esto consiste en añadir o eliminar parámetros al modelo original, sin embargo, para hacer las modificaciones se debe tener soporte teórico que justifique los cambios y luego realizar las estimaciones con otros conjuntos de datos para obtener un modelo que finalmente sea válido.

3.2.7. Interpretación de resultados

Luego de realizar la estimación de parámetros, bondad de ajuste y la reespecificación del modelo, si es necesario, se determina qué parámetros estimados han resultado ser significativos y relevantes para el mismo. Finalmente, se procede a la interpretación de los parámetros y al contraste de las hipótesis planteadas a lo largo de la investigación.

3.3. Rendimiento académico

El rendimiento académico ha sido un tema crucial en el contexto de la educación, una de las múltiples definiciones de este es la relación intrincada entre el proceso de aprendizaje y los resultados concretos que los estudiantes obtienen en sus cursos. Como señalan Isabel M, Jeannette M, Floralba C (2011), el rendimiento académico es de suma importancia debido a sus implicaciones en el cumplimiento de la función formativa de las instituciones educativas y en el desarrollo académico y personal de los estudiantes.

El rendimiento académico ha sido objeto de estudio en múltiples ocasiones para encontrar algunas variables que puedan explicar la relación de éxito o fracaso en los estudiantes de diferentes niveles académicos, en este sentido Veas et al. (2015) explora cómo estas variables interactúan y se relacionan con el rendimiento académico. La combinación de habilidades cognitivas fuertes con habilidades no cognitivas sólidas suele asociarse con un mejor rendimiento en el ámbito educativo. Así, las variables cognitivas se refieren a habilidades y procesos mentales relacionados con el conocimiento y la comprensión. Incluyen capacidades como la memoria, la atención, la capacidad de razonamiento, la resolución de problemas y las habilidades lingüísticas y matemáticas. Y las variables no cognitivas o socioemocionales: estas implican aspectos emocionales, sociales y motivacionales que influyen en el aprendizaje y el rendimiento académico. Incluyen habilidades sociales, motivación, autocontrol, perseverancia, autoestima, resiliencia y habilidades de autorregulación.

Por tanto, es importante revisar como relacionan entre sí las variables exógenas y endógenas en el rendimiento académico. Las primeras son entendidas como menciona Sanhueza (2019) como los factores extrínsecos se relacionan con las características de los docentes, las estrategias metodológicas, los escenarios en los que se desarrolla la práctica educativa y las relaciones sociales que allí se establecen. Luego, las variables endógenas son aquellas que se refieren a características propias del estudiante, como la motivación, el historial académico, las estrategias de aprendizaje, las metas académicas y el autoconcepto. De manera que el logro académico debe ser considerado como el resultado de un sistema educativo y todas las variables que interactúan entre este.

3.3.1. Modelo teórico

Para establecer el modelo teórico se tiene en cuenta que los recursos se organizan en cinco tipos y cada uno de estos recursos desempeña un papel importante en la adquisición de conocimientos y habilidades, además estos recursos son esenciales para comprender el proceso de aprendizaje y su aplicación en diferentes contextos según Veas et al. (2015): capital de aprendizaje orgánico (aspectos como la salud, la energía, la capacidad cognitiva, la predisposición genética y otros factores biológicos y físicos que afectan la capacidad de una persona para aprender), capital de aprendizaje télico (la meta anticipada de una persona establece que satisfacen sus necesidades),

capital de aprendizaje accional (la totalidad de acciones que una persona es capaz de realizar), capital de aprendizaje episódico (los patrones de acción simultáneos relevantes para la meta y la situación que son accesibles para una persona), y capital de aprendizaje de atención (los recursos de atención cuantitativos y cualitativos que una persona puede aplicar al aprendizaje).

3.3.2. Factores asociados al rendimiento académico

Se considera un modelo propuesto a partir de lo que menciona Veas et al. (2015), de manera simplificada, como se muestra en la Figura 9. En donde se tienen en cuenta algunos factores como: las metas académicas, el autoconcepto, la motivación, las estrategias de aprendizaje y la manera en como se relacionan con el rendimiento académico, los cuales se describen a continuación:

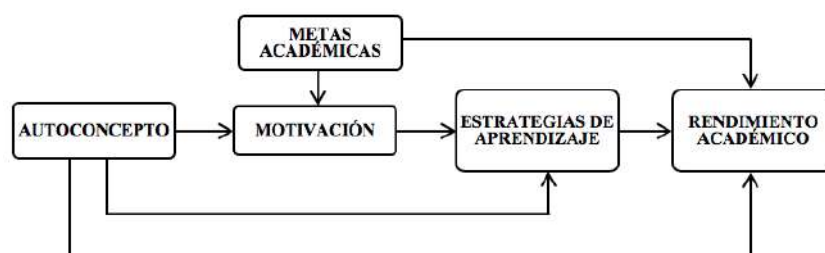


Figura 9: Modelo simplificado(adaptado de Veas et al. (2015))

El autoconcepto se encuentra en la base del bienestar de la persona y de sus posibilidades de adaptación, autorrealización y desarrollo humano, en la medida en que se considera que forma parte del núcleo central de la personalidad, en tanto se asume como el fundamento del desarrollo emocional y social del ser humano, por su influencia en el afecto, la conducta y las posibilidades que tiene como individuo de sentirse bien consigo mismo y con su propio sentido de satisfacción personal. Así lo mencionan Hederich-Martínez (2022) en donde evalúan diferentes aspectos en los niños, adolescentes y adultos, los cuales son de tipo: Social, Académico/profesional, Emocional, Familiar y Físico. Por otra parte, para la variable de motivación y las estrategias de aprendizaje, mencionan que esta formado por las experiencias que establece la persona con otros individuos importantes, atribuciones asignadas a la propia conducta y refuerzos ambientales; integración de experiencias que tienen influencia directa sobre el adecuado funcionamiento integral del ser humano en los aspectos cognitivos, afectivos, sociales y comportamentales del individuo (Marsh & Hocevar, 1985; Veiga, García, Reeve, Wentzel & García, 2015).

Solis Esteban (2011) menciona las metas académicas son un conjunto integral de pensamientos, ideas, creencias, etc. que permitirán a los estudiantes la implementación de un conjunto de comportamientos para lograr una meta u objetivo final. Un punto importante enfatizado por los autores es que los estudiantes con un estilo adaptativo tienden a perseguir metas de aprendizaje o dominio para mejorar su rendimiento académico, mientras que los estudiantes con un estilo motivacional desadaptativo son impulsados a lograr metas de logro o desempeño para tener éxito, producto o resultado independientemente del proceso de aprendizaje. Dweck (1986, citado Solis Esteban (2011)) informó que algunos investigadores encontraron una relación entre los niveles óptimos de compromiso cognitivo y los patrones de metas de alto dominio y metas de bajo rendimiento y metas de logro; sin embargo, otros autores han señalado que las metas de dominio y logro mostrarán mejores niveles de autorregulación y puntajes más altos para los estudiantes que elijan una sola meta o ninguna. Esto sugiere que las metas de desempeño y las metas de dominio pueden interactuar positivamente, dando como resultado un patrón adaptativo de motivación.

Las estrategias de aprendizaje, según Masso et al.(2021), se consideran como las acciones conscientes, planificadas y deliberadas que guían acciones a realizar para lograr metas o tareas específicas,

pretenden demostrar que son más que simples conjuntos de habilidades o automatizaciones. Finalmente. Esto significa que si un alumno no logra aprender, tendrá dificultades para saber cómo resolver una tarea, determinar los pasos o la secuencia para lograrlo (planificar y manejar los recursos cognitivos), o incluso sentirlo. Fracasan, es decir, se debe al uso de estrategias de aprendizaje inadecuadas y no a un déficit cognitivo inherente al propio proceso (Valle, Barca, González & Núñez, 1999; González & Díaz, 2006).

Sin embargo, según los modelos teóricos y las herramientas de evaluación utilizadas como referencia, las estrategias de aprendizaje son la gestión cognitiva y metacognitiva, la gestión del tiempo y de los recursos; el primero está relacionado con la adquisición de nueva información a través del preregistro, la comprensión y el recuerdo de la información. La metacognición asume que los procesos de planificación, control y evaluación de actividades académicas específicas están interrelacionados para regular la cognición y el comportamiento para lograr las metas de aprendizaje. Finalmente, las estrategias de gestión del tiempo y los recursos se refieren a todas las características emocionales, actitudinales y motivacionales que poseen y manejan los estudiantes en relación con las situaciones de aprendizaje, Stover et. al(2015).

Por último, la motivación se entiende como aquello que impulsa a una persona a realizar un conjunto de acciones con propósito, especialmente desde un enfoque cognitivo, como los pensamientos, creencias y opiniones de una persona sobre sí misma y sus capacidades. Quienes en definitiva determinan la naturaleza y duración de sus esfuerzos y por ende el resultado de sus acciones (Naranjo, 2008). Además, autores como Dweck (1986) argumentan que la motivación afecta específicamente la forma en que los estudiantes usan las habilidades y conocimientos existentes y la eficiencia con la que aprenden nuevas habilidades y conocimientos, y cómo aprenden.

4. Metodología

El procedimiento se desglosa en diversas etapas para garantizar una metodología robusta. Inicialmente, se emprende una revisión de la literatura y teoría relacionada con el SEM, sentando así las bases conceptuales del estudio.

Seguido de esto, se procedió a seleccionar los instrumentos que midieron los factores del fenómeno de estudio, luego de esto se sometió el proyecto al comité de ética de la Universidad Santo Tomás, para obtener el aval y aplicar los instrumentos en dicha institución educativa. La recolección de datos fue mediante la administración de un formulario que contenía tres cuestionarios específicos: el Autoconcepto Forma 5 (AF-5), el cuestionario de metas académicas (C.M.A. II) y el Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje forma Corta (MSLQ SF) y algunos datos de caracterización de la población. Se intentó realizar un censo a todos los estudiantes matriculados de Pregrado de Estadística, los cuales correspondían a 308 estudiantes aproximadamente para el primer semestre de 2023; sin embargo, una de las razones por las cuales se trabajó con una muestra no probabilística de la cual solo se obtuvieron 128 registros, fue debido a las limitaciones en la obtención de datos, ya que al ser un estudio de participación voluntaria y que la población de interés fuera difícil de acceder en su totalidad, esto dificultó la realización de un censo completo, pese a los esfuerzos hechos por los investigadores durante un tiempo prudente.

En la fase de aplicación, se emplearon dos herramientas esenciales de distribución gratuita: *R Studio* (Versión 1.4.1106) y *JASP* (Versión 0.12.2), un entorno de programación estadística de código abierto basado en *R*, se utilizó para llevar a cabo análisis avanzados y la visualización de datos. Su versatilidad y la amplia variedad de paquetes estadísticos disponibles en *R Studio* permitieron abordar cuestiones complejas de manera efectiva, como por ejemplo las librerías: *lavaan*, *sem*, *psych*, *psychometric*. Por otro lado, *JASP*, una plataforma de análisis estadístico amigable y accesible, además para la elaboración de los *diagramas de caminos* o *path diagram* se utilizó (Mai (2022) Recurso abierto: WYSIWYG Web Application for Drawing Path Diagrams of Structural Equation Models <https://semdia.psychstat.org/>). La combinación de estas dos herramientas proporcionó un enfoque integral y eficiente para analizar los datos recopilados en el estudio.

Se realizó un análisis descriptivo de algunos datos de caracterización de los estudiantes y de las variables en la conformación de los factores. Posteriormente, se profundiza en el análisis de las relaciones entre las diversas variables con el objetivo de comprender cómo impactan en el rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, se emplean modelos estructurales, en los cuales se especifican, identifican y estiman las interconexiones entre las variables relevantes. La implementación y ejecución del modelo de SEM se lleva a cabo, permitiendo una evaluación integral de las asociaciones entre las variables y su influencia en el rendimiento académico.

Finalmente, se presenta el modelo definitivo, ajustándolo según sea necesario para reflejar con precisión la complejidad de las relaciones identificadas. Este enfoque metodológico completo y sistemático busca no solo analizar el rendimiento académico, sino también comprender las dinámicas que lo afectan, proporcionando así una visión integral y profunda de los factores que influyen en el éxito estudiantil.

4.1. Tipo de investigación

El enfoque que privilegia esta investigación es el *cuantitativo* Tamayo et al. (2004), porque estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas, en este caso estudiando los factores que inciden en el bajo desempeño académico de los estudiantes de pregrado del programa de Estadística y además es un estudio de corte transversal estudio de prevalencia, ya que los datos fueron recopilados en un momento específico en el tiempo.

Se utiliza el análisis de datos numéricos con la metodología estadística pertinente, para dar solución a preguntas de investigación como la planteada en el planteamiento del problema. Además, el tipo de investigación es *descriptiva* Tamayo et al. (2004), ya que comprende el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente de modo que permite caracterizar el fenómeno de estudio. Finalmente, el enfoque es de *Diseño transversal* porque recopila datos en un solo punto en el tiempo y se examinaron las relaciones entre variables asociadas al rendimiento académico en un momento específico, como lo fue en este caso.

4.2. Población de estudio

Estudiantes matriculados del programa de Estadística de la USTA durante el primer semestre del año 2023, que corresponde a una población de 283. Esta investigación fue basada en la participación voluntaria, es fundamental adoptar un enfoque inclusivo y ético. Se invitó a todos los estudiantes de Facultad de Estadística a participar, proporcionando información clara sobre los objetivos y beneficios del estudio.

El respeto a la autonomía de los estudiantes fue prioridad, asegurando que la participación fue completamente voluntaria y sin repercusiones negativas en caso de no querer formar parte del estudio, dado esto se contó con la participación de 128 estudiantes. Este enfoque promovió la transparencia, la participación informada y la construcción de una muestra comprometida y diversa para el análisis del rendimiento académico.

4.3. Consideraciones éticas

Se presentó la investigación para ser aprobada ante el Comité de Ética, Bioética e Integridad Científica e Institucional en la Investigación (Cebic) en la sede principal Bogotá de la Universidad Santo Tomás, a finales de marzo de 2023. Luego de que se obtuviese el aval, junto a unas aclaraciones y a los participantes en esta, el proyecto fue evaluado y aprobado el día 22 de junio de 2023 (Acta No. 11 de 2023, Ver Anexo I y II).

El presente proyecto de investigación se direccionó desde las consideraciones éticas estipuladas por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, la cual establece un marco normativo fundamental para garantizar la integridad, el respeto a los derechos de los participantes y la calidad de la investigación. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en el desarrollo del mismo.

La aplicación de cuestionarios contó con el consentimiento informado y digitalmente por el sujeto de investigación. NO se identificaron riesgos que puedan estar expuestos los sujetos de investigación, clasificándose en la categoría de Investigación sin riesgo, ya que es un estudio en donde ese emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivo y en el cual no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, considerando así los instrumentos de recolección de información como son tres cuestionarios: el primero de Autoconcepto forma 5 (AF-5), el segundo el Cuestionario para la Evaluación de Metas Académicas (C.M.A-II) y por último, el Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma corta (MSLQ-SF).

4.4. Instrumentos de recolección de información

En el marco de esta investigación, se han seleccionado cuidadosamente diversos instrumentos de recolección de información, los cuales podrán ser consultados al final del documento en anexos. En la obtención de datos relevantes y confiables para analizar el fenómeno de estudio en el rendimiento académico. Una de las medidas que se usa es la correlación de Pearson, que evalúa la relación lineal entre dos variables cuantitativas. La correlación de Pearson, denotada por el coeficiente r , puede tomar valores en el rango de -1 a 1, donde valores cercanos a $r = 1$ indican una correlación positiva perfecta, valores de $r = -1$ indica una correlación negativa perfecta o los cercanos a $r = 0$ indica ausencia de correlación lineal. Los cuestionarios se ven en detalle en los anexos de este trabajo, a continuación se describen cada uno y se dan evidencias de validez en el contexto colombiano:

4.4.1. Autoconcepto Forma 5(AF-5)

Con este cuestionario se evalúan diferentes aspectos del autoconcepto en niños, adolescentes y adultos: social, académico/profesional, emocional, familiar y físico, las respuestas de este son de tipo Likert con una escala de 1 a 5 (siendo cinco *totalmente de acuerdo* y uno *totalmente en desacuerdo*). García and Musitu (1999) diseñó el cuestionario sobre la base teórica del modelo multidimensional y jerárquico de la estructura del autoconcepto propuesta por los trabajos de Shavelson y (Byrne y Shavelson, 1996; Shavelson, Hubner y Stanton 1976), quienes representan al autoconcepto como un constructo multidimensional organizado jerárquicamente a partir de una dimensión general, con diversos aspectos relacionados –no ortogonales– pero distinguibles, que pueden encontrarse diferencialmente relacionados con diferentes áreas del comportamiento humano, como se citó en (García and Musitu (1999)) y se resume en la *Tabla 1*. Resultando un cuestionario total de 30 ítems agrupados, como sigue: *factor académico*, está medido por los ítems 1,6,11,16,21 y 26 este hace referencia a la percepción que el individuo tiene de sí mismo en cuanto a la calidad de desempeño de su rol como estudiante. Seguido, del *factor social*, que mide la percepción que tiene la persona de su desempeño en las relaciones sociales (ítems 2,7,12,22 y 27). Además, el *factor emocional* hace referencia a la percepción de la persona, de su estado emocional y de sus respuestas a situaciones específicas, con cierto grado de compromiso e implicación en su vida cotidiana (ítems 3,8,13,23 y 28). Seguido del *factor familiar*, que habla de la percepción que tiene la persona de su implicación, participación e integración en el medio familiar. Por último, el *factor físico*, de la percepción que tiene la persona, de su aspecto físico y de su condición física (ítems 5,10,15,20,25 y 30).

Algunos estudios realizados en Colombia, evidencian el uso de este instrumento como los son: Cuéllar et al. (2020) en su estudio de estudio tipo de corte transversal, aplicaron ese instrumento con una muestra aleatoria de 165 estudiantes de Psicología de la Institución Universitaria de Envigado. Encontrando que la relación entre las prácticas, donde el coeficiente de correlación de Pearson (r)

Autoconcepto	Dimensiones	Ítems
Académico	Percepción que el individuo tiene de la calidad del desempeño de su rol, como estudiante.	1,6,11,16,21 y 26.
Social	Percepción que tiene la persona de su desempeño en las relaciones sociales.	2,7,12,17,22 y 27.
Emocional	Percepción de la persona, de su estado emocional y de sus respuestas a situaciones específicas, con cierto grado de compromiso e implicación en su vida cotidiana.	3,8,13,18,23 y 28.
Familiar	Percepción que tiene la persona de su implicación, participación e integración en el medio familiar.	4,9,14,19,24 y 29.
Físico	Percepción que tiene la persona de su aspecto físico y de su condición física.	5,10,15,20,25 y 30.

Tabla 1: Dimensiones del AF-5, adaptada de (García y Musitu (1999))

mide la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables cuantitativas. Este coeficiente varía entre -1 y 1. En este caso, reporta lo siguiente: ($r = -0.115$), las creencias ($r = 0.026$) de los estilos de vida y el autoconcepto, no fue significativa (p valor $> 0,05$), mientras que la relación entre las prácticas y las creencias fue positiva y significativa ($r = 0.697$; p valor < 0.001).

Por otro lado Londoño et al. (2017) realizan un estudio titulado “Caracterización del autoconcepto en una muestra de estudiantes universitarios de algunos programas de pregrado de la ciudad de Manizales”, encontrando los hombres que cursaban el programa de Filosofía tenían promedios inferiores en comparación con sus pares en otras carreras. En cuanto a las mujeres, se identificaron diferencias significativas en el autoconcepto académico-laboral entre las estudiantes de primer semestre del programa de Filosofía, que tenían un promedio menor en comparación con las mujeres del programa de Desarrollo Familiar.

4.4.2. Cuestionario para la Evaluación de Metas Académicas (C.M.A-II)

Permite conocer cuáles son los principales motivos por los que los estudiantes en general se esfuerzan en su trabajo académico, es el significado que los estudiantes le dan a las metas, la percepción que tienen de sus habilidades, las relaciones causales que establecen y las respuestas emocionales que surgen en relación con las tareas (Núñez, González, González-Pumariaga, García & Rocés, 1997). Estos motivos se centran en la impulsividad y la interacción entre el estilo de aprendizaje del estudiante y las condiciones de orientación educativa; cuanto más se corrige esta interferencia, más fuerte es la propensión a aprender. Las respuestas de este son de tipo Likert con una escala de 1 a 5, siendo cinco *siempre* y uno *nunca*.

Se mide por por el Cuestionario de Metas Académicas de Núñez, González-Pienda, González-Pumariga, García y Roches (1997), con una versión de la Universidad de Oviedo adaptada por Solís Esteban (2011). El cuestionario distingue cuatro tipos de metas como se resume en la Tabla 2 y se detalla a continuación: a) *metas orientadas al aprendizaje* (participación en el aprendizaje para lograr competencia y control; participación por interés en el tema, con los ítems 1,2,3,4,5,6,7,8 y 9.) b) *metas orientadas al yo* (participación con fines de autodefensa), aprendizaje; evitar el trabajo para mantenerse; participar en el aprendizaje para la superación personal, con los ítems 10,12,18,19,20,21,22,23, 24,25,36,37,38,40,41 y 42.); c) *metas orientadas al valor social* (resultantes

de la importancia de lograr el valor social; 11,13,14,15,16,17 y 39); (d) *logro de la meta o recompensa* (participar en la formación significa conseguir un trabajo digno en el futuro; participar para evitar el castigo, ítems 26,27,28,29,30,31,32,33, 34 y 35.).

Metas Académicas	Dimensiones	Ítems
De aprendizaje	Motivación intrínseca y la adquisición de control personal.	1,2,3,4,5,6,7,8 y 9.
Orientadas al yo	Engrandecimiento y la defensa del “yo”.	10,12,18,19,20,21,22,23, 24,25,36,37,38,40,41 y 42.
Orientadas a la valoración social	Adquisición-aceptación y valoración social.	11,13,14,15,16,17 y 39.
Orientadas al logro o recompensa	Adquisición de recompensas y de un futuro trabajo.	26,27,28,29,30,31,32,33, 34 y 35.

Tabla 2: Dimensiones del C.M.A-II , tomada de Solís (2010)

En el contexto nacional se encontró que Guzmán–Zamora, N., & Gutiérrez–García, R. A. (2020), realizaron un estudio titulado “Motivación escolar: metas académicas, estilos atribucionales y rendimiento académico en estudiantes de educación media”, en donde utilizaron el CMA-II para evaluar las metas académicas a una muestra de 90 estudiantes de una Institución departamental de Cundinamarca(Colombia) encontrando que, el rendimiento académico se relaciona directamente con las metas académicas($r = 0.257$, p valor < 0.05).

4.4.3. Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta – MSLQ-SF

Consta de 40 ítems en una escala tipo Likert, organizados en dos grandes factores: motivación y estrategias de aprendizaje, cada una de estas con unos factores específicos SABOGAL TINOCO (2011). Este instrumento permite abordar de manera aspectos afectivos, motivacionales y cognitivos (estrategias) del aprendizaje académico. Las opciones de respuestas están categorizadas de la siguiente manera: Nunca, Raramente, A veces, Casi Siempre y Siempre, asignando 1 a Nunca y 5 a Casi Siempre. .

Factores principales		Dimensiones	Ítems
Motivación	Componentes de valor	Valoración de la tarea	20, 26, 39.
	Componentes afectivos	Test de ansiedad	3,12, 21, 29.
Estrategias de Aprendizaje	Cognitivas y Metacognitivas	Estrategias de elaboración	4, 5, 22, 24 y 25.
		Estrategias de Organización	13, 14, 23 y 40.
		Pensamiento Crítico	1,6 y 15.
		Autorregulación a la metacognición	16, 30, 31, 32, 34, 35 y 36.
	Administración de recursos	Tiempo y hábitos de estudios	2,8,17,18, 33 y 38.
		Autorregulación del esfuerzo	7, 9,11, 19, 27 y 28.
	Componentes de valor	Metas de orientación intrínseca	10 y 37.

Tabla 3: Dimensiones del MSLQ-SF adaptada de Sabogal Tinoco (2011)

Este cuestionado se ha utilizado en dos estudios a nivel nacional, el primero en donde Sabogal, et al., 2011 estudiaron la fiabilidad y validez del MSLQ-SF, con una muestra de 630 estudiantes pertenecientes a la Facultad de Ciencias de la Salud de una Institución pública de Santa Marta Encontrando que la estructura factorial de la prueba, con algunas modificaciones en el CMEA FC, y demuestran una fiabilidad adecuada. En consecuencia, se puede concluir que el cuestionario es idóneo para evaluar los aspectos cognitivos (estrategias) y motivacionales que influyen en el proceso de aprendizaje. En segundo lugar están Masso et al.(2021) quienes estudiaron las propiedades de la estructura interna del MSLQ-SF en una muestra de 258 estudiantes universitarios. Encontraron que se propone una solución factorial de ocho dimensiones y 37 ítems en total, en donde seis dimensiones corresponden a las estrategias de aprendizaje y dos a motivación. Además, se determinó que el alfa de Cronbach por el total de la escala fue de 0,883.

5. Resultados

5.1. Descripción de variables

Los datos fueron obtenidos a través de un formulario de Google online, en las instalaciones de la Universidad Santo Tomás, sede Bogotá, a los estudiantes que voluntariamente dieron su consentimiento para llenar los cuestionarios. La aprobación para su respectiva aplicación fue dada por el comité de ética de la universidad(Cebic) el día 22 de junio de 2023, en este instrumento se midió el autoconcepto, la evaluación de metas académicas, la motivación y estrategias de aprendizaje y algunas variables de caracterización, el análisis y el procesamiento de los datos se hizo en *R Studio*, en donde se hizo la parte descriptiva de cada una de las variables junto con el análisis factorial exploratorio de los instrumentos.

Participaron un total de 128 estudiantes de la Facultad de Estadística de la Universidad, distribuidos de la siguiente manera: 84 hombres(57 %) y 76 mujeres(43 %), con 23,14 años en promedio de edad que van desde 15 a 49 años. Con una nota promedio acumulada de 3,97 medida en una escala de 0 a 5, donde 5 es la máxima calificación.

Las variables de estudio según lo establecido en el modelo simplificado Veas et al. (2015) se trabajó mediante las siguientes:

- Rend.Academ: Promedio acumulado del estudiante de pregrado de Estadística.
- A.Academico: Percepción del estudiante en el rendimiento académico.
- A.Social: Percepción del estudiante frente a su desempeño en las relaciones sociales.
- A.Emocional:Percepción del estudiante de su estado emocional.
- A.Familiar: Percepción que tiene el estudiante de su implicación, participación e integración en el medio familiar.
- A.Fisico: Percepción del estudiante de su aspecto y condición física.
- MetAprendizaje: Metas académicas de aprendizaje en el estudiante por la percepción de la motivación propia y la adquisición de control personal.
- MetaYo: Metas académicas orientadas al yo.
- MetValorS: Metas académicas orientadas a la valoración social.
- MetRecompensa: Metas orientadas al logro o recompensa.
- EACognitivo: Estrategias de aprendizaje cognitivas y metacognitivas.
- EAMotivacionValor: Motivación del estudiante a la valoración de las tareas u asignaciones.
- EA.MotivacionTnsi:Motivación del estudiante en los componentes afectivos(Test de ansiedad).

La escala para cada una de las variables se encuentra en una escala 1 y 5 tipo likert, la cual es suficientemente amplia para que ser tratadas como variables numéricas (aunque no continuas), razón por la cual es válido realizar análisis y pruebas estadísticas con el fin de verificar los supuestos de los modelos, a excepción de la variable *Rend.Academ* que es una de tipo cuantitativo.

5.2. Análisis factorial exploratorio de los instrumentos

Es importante para revisar para la identificación de los errores para la verificación de la teoría de los modelos teóricos, además, de la especificación del modelo, realizar un análisis factorial exploratorio a cada uno de los instrumentos y verificar las agrupaciones con la que fueron construidos son válidas en el contexto de una muestra de estudiantes de pregrado en Estadística:

- En el AF5 se identificó que se distribuyeron en cinco factores, en este se eligen los ítems de mayor peso factorial y los que se agruparan mejor según su contenido, en esta muestra no se logra replicar la propuesta en la teoría del AF5. Así, los factores e ítems se organizan de la siguiente manera:

Tabla 4: Resumen de medidas de ajuste AF5

Dimensión	Ítem	Media	Desviación	α si se elimina el ítem	α dimensión	% varianza explicado
Familiar	4	2.23	1.23	0.89	0.64	35 %
	9	3.95	1.15	0.88		
	14	1.92	1.20	0.89		
	24	3.92	1.21	0.88		
	29	4.02	1.15	0.88		
Emocional	3	3.52	1.07	0.88	0.89	21 %
	8	2.91	1.18	0.88		
	13	2.47	1.16	0.89		
	18	2.38	1.12	0.89		
	23	2.85	1.27	0.89		
	28	2.53	1.19	0.89		
Académico	1	4.04	0.94	0.88	0.93	17 %
	6	3.38	0.89	0.88		
	11	3.62	0.85	0.88		
	21	3.75	0.95	0.88		
	26	3.57	0.90	0.88		
Físico	5	3.73	1.03	0.88	0.91	16 %
	10	3.41	1.34	0.88		
	15	3.38	1.12	0.88		
	20	3.75	1.16	0.88		
	25	3.55	1.22	0.88		
	30	3.73	1.08	0.88		

Continued on next page

Tabla 4: Resumen de medidas de ajuste AF5 (Continued)

	2	3.44	1.12	0.88		
	7	3.8	0.94	0.88		
	12	2.58	1.25	0.89		
Social	16	3.23	0.84	0.88	0.62	11 %
	17	3.78	1.00	0.88		
	22	2.72	1.20	0.89		
	27	2.97	1.10	0.88		

- Para el cuestionario de metas académicas C.M.A II, se utilizó el Criterio Oblimin asumiendo la correlación entre ítem. Respecto a las cargas factoriales se identificó que ítems de CMA II se distribuían en seis factores, aunque algunos ítems saturaban en dos factores, se eligió los de mayor peso factorial y los que se agruparan mejor según su contenido. Así, los factores e ítems se organizan de la siguiente manera:

Tabla 5: Resumen de medidas de ajuste: C.M.A II

Metas Académicas	Ítem	Media	Desviación	α si se elimina el ítem	α de la dimensión	% varianza explicado
De aprendizaje	1	4.14	0.85	0.85	0.95	34 %
	2	4.18	0.82	0.82		
	3	4.19	0.89	0.85		
	4	4.16	0.93	0.95		
	5	4.23	0.90	0.95		
	6	4.23	0.94	0.95		
	7	4.11	0.92	0.95		
	8	4.16	0.88	0.95		
	9	4.04	0.98	0.95		
	32	3.84	0.96	0.95		
Orientadas al yo	19	2.70	1.38	0.95	0.95	30 %
	20	2.63	1.35	0.94		
	21	2.49	1.36	0.94		
	22	2.63	1.41	0.95		
	23	2.39	1.38	0.95		
	24	2.52	1.41	0.95		
	25	2.88	1.41	0.95		
	26	2.30	1.30	0.95		
	31	2.73	1.42	0.95		
	36	2.34	1.25	0.95		
	37	2.04	1.21	0.95		

Continued on next page

Tabla 5: Resumen de medidas de ajuste: C.M.A II (Continued)

	38	2.12	1.30	0.95		
	40	2.44	1.23	0.95		
	41	2.23	1.20	0.95		
	42	2.07	1.20	0.95		
	12	3.26	1.21	0.94		
	13	3.00	1.40	0.95		
	14	3.20	1.32	0.94		
Valoración social	15	3.04	1.39	0.94	0.96	27 %
	16	3.76	1.24	0.95		
	17	3.13	1.41	0.95		
	18	3.17	1.37	0.95		
	19	2.70	1.38	0.94		
	10	3.53	1.06	0.95		
	27	3.11	1.32	0.95		
Logro o recompensa	30	2.80	1.42	0.95	0.85	9 %
	33	3.98	1.12	0.95		
	34	4.03	1.09	0.95		
	35	4.10	1.11	0.95		

- Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta MSLQ-SF: consta de 40 ítems en una escala tipo Likert, organizados en dos grandes factores: motivación y estrategias de aprendizaje, cada una de estas con unos factores específicos según Sabogal y Tinoco (2011). Este instrumento permite abordar de manera aspectos afectivos, motivacionales y cognitivos (estrategias) del aprendizaje académico. de manera que, los ítems están distribuidos de la siguiente manera:

Motivación en dos dimensiones, la primera valoración a la tarea(ítems 20,26,39) y componentes afectivos(ítems 3,12,29). El segundo factor principal, son las *estrategias de aprendizaje*, en primer lugar están las *cognitivas y metacognitivas* de la cual se desprenden: las estrategias de elaboración(4,5,22,24 y 25) , estrategias de organización(13,14,23 y 10), pensamiento crítico(1,6 y 15), autorregulación a la metacognición(16,30,31,32,34,35 y 36, luego en segundo lugar La administración de recursos en tiempo y hábitos (2,8,17,18,33 y 38) y en la autorregulación del esfuerzo(7,9,11,19,27 y 28), finalmente *el componente de valor* enfocado hacia las metas de valoración intrínseca(10 y 37).

Tabla 6: Resumen de medidas de ajuste C.M.A II

Factores Principales	Dimensiones	Ítem	Media	Desviación	α si se elimina el ítem	α dimensión	% varianza explicado
		20	3.42	1.08	0.96		
	Componentes de Valor	26	3.11	1.23	0.96		

Continued on next page

Motivación

0.93

11 %

Tabla 6: Resumen de medidas de ajuste C.M.A II (Continued)

		39	3.41	1.34	0.96		
		3	3.45	1.29	0.96		
	Test de	12	3.89	1.18	0.96		
	Ansiedad	21	3.46	1.31	9.96		
		29	3.50	1.36	0.77		
		4	3.89	0.92	0.96		
		5	3.49	1.07	0.96		
		22	3.90	1.03	0.96		
		24	4.15	0.86	0.96		
		25	4.07	0.91	0.96		
	Cognitivas y	13	3.88	1.00	0.96		
	metacogni-	14	3.98	0.94	0.96		
	tivas	23	4.11	0.96	0.96		
		40	3.14	1.22	0.96		
		1	3.90	0.90	0.96		
		6	3.74	0.93	0.96		
		15	3.69	1.03	0.96		
Estrategias		2	3.58	1.01	0.96		
de		8	4.13	0.99	0.96	0.95	36 %
aprendiza-		17	3.46	1.01	0.96		
je		18	3.44	1.08	0.96		
		33	3.91	1.10	0.96		
	Administración	38	3.60	1.05	0.96		
	de	7	4.10	0.89	0.96		
	recursos	9	4.00	0.98	0.96		
		11	4.13	0.93	0.96		
		19	4.01	0.97	0.96		
		27	3.77	1.03	0.96		
		28	4.26	0.90	0.96		
	Orientación	10	4.03	0.99	0.96		
	intrínseca	37	3.92	0.98	0,95		

5.3. Consistencia de los datos

Con el propósito de examinar la coherencia de los datos, se emplearon algunas medidas de ajuste de los instrumentos. **El Coeficiente α de Cronbach** se utilizó para evaluar la fiabilidad de la información a través del conjunto de ítems medidos, así este evalúa la correlación entre las respuestas de los ítems. Si los ítems están correlacionados entre sí de manera consistente, se espera obtener un coeficiente alfa más alto, lo que sugiere que los ítems miden el mismo constructo o dimensión. El coeficiente alfa de Cronbach varía de 0 a 1, donde valores más cercanos a 1 indican una mayor consistencia interna entre los ítems de la escala.

Se realizó otra prueba, como el **Test de Esfericidad de Bartlett** para el diagnóstico de la multicolinealidad de las variables observadas, esta prueba se emplea para evaluar si las variables están correlacionadas entre sí, lo que sugiere que comparten una relación subyacente o un constructo común. Se busca rechazar H_0 , la cual plantea que la matriz de correlación poblacional es idéntica; es decir, que las variables no están correlacionadas en la población.

Por último, se aplicó el **Índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)**, se utiliza para determinar si los datos son adecuados para realizar un análisis factorial, es decir, si son apropiados para explorar las estructuras subyacentes o dimensiones latentes que podrían estar presentes en los ítems del cuestionario, a además busca informar sobre el grado de relación conjunta entre las variables; resultados cercanos a 1, indican que las relaciones entre las variables son más sustanciales o que no hay tantos factores como ítems tenga el instrumento, en general se acepta un valor igual o superior a 0,80, indicando que la matriz de correlación es apropiada para factorizar, esto con el propósito de abordar la validez y la estructura de los datos en términos de la adecuación del modelo. ?

Para el *Cuestionario AF-5*, que contiene un total de 30 ítems y cinco variables latentes o dimensiones: autoconcepto académico (6 ítems), autoconcepto social (6 ítems), autoconcepto emocional (6 ítems), autoconcepto familiar (6 ítems) y autoconcepto físico (6 ítems). Evalúa el grado de acuerdo en una escala de 1 a 5, siendo 5 "Totalmente de acuerdo". Este instrumento indicó valores de fiabilidad a través del coeficiente alfa de Cronbach: (académico, $\alpha = 0,92$; Social, $\alpha = 0,68$; emocional, $\alpha = 0,90$; familiar, $\alpha = 0,61$; físico, $\alpha = 0,90$; *global*, $\alpha = 0,89$). También se evidenció validez de constructo en las características psicológicas mediante análisis factorial exploratorio, con una varianza explicada del 51 % a partir de los cinco factores teóricos. Además, el Índice KMO de 0,8 y Test de esfericidad de Bartlett (p valor = 0).

En segundo lugar, el *Cuestionario de Metas Académicas (C.M.A - II)*, el α de Cronbach global fue de 0,95, mostrando índices adecuados en los constructos de las metas de aprendizaje ($\alpha = 0,94$) , las metas orientadas al yo ($\alpha = 0,95$) ,las metas orientadas a la valoración Social($\alpha = 0,94$) y por último Las metas orientadas al logro o la recompensa($\alpha = 0,89$). Además, el índice de KMO es de 0,89 y el test de esfericidad de Bartlett con un valor $p = 0$.

El último instrumento, *Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje Forma Corta MSLQ-SF*, que mide la motivación y las estrategias de aprendizaje, conformado por 40 ítems en escala tipo likert, se encontró una adecuada consistencia interna (alfa de Cronbach de 0,96) y una adecuación muestral según el Índice de Kayser- Meyer-Olkin como óptima (0,83) y Test de esfericidad de Bartlett(p valor = 0). Los dos grandes factores, también mostraron escalas adecuadas de alfa, como lo es el de motivación ($\alpha = 0,86$) y el último que hace referencia a las estrategias de aprendizaje ($\alpha = 0,86$). Los factores de estrategias de aprendizaje: Cognitivas y metacognitivas mostraron un α de 0,96, administración de recursos un α de 0,92 y de componentes de valor uno de 0,89.

Es importante revisar las correlaciones entre las variables observadas, en este sentido se comenta que, *la matriz de correlación de Pearson*, ver Anexo la Figura 16, que es una representación de las correlaciones entre las variables. En el caso de un cuestionario con escalas tipo Likert, esta matriz muestra las correlaciones entre los ítems o preguntas del cuestionario. Luego, *la matriz de correlaciones Policóricas*, utiliza en escalas tipo Likert, por la naturaleza ordinal de la respuesta, lo que puede ofrecer una perspectiva más precisa de la relación entre los ítems en una escala Likert. Como se observan en las Figuras 10, y en los anexos se presenta la matriz de correlaciones de Pearson, se nota que son muy similares y difieren muy poco. Las diferencias entre las matrices pueden ser pequeñas o incluso inexistentes debido a la precisión de la estimación de las correlaciones. Si los datos son claros y la muestra es lo suficientemente grande, es posible que ambas técnicas den resultados muy similares.

Las variables mencionadas inicialmente en esta sección, son las que harán parte del modelo asociado al rendimiento académico. Se presentan algunos estadísticos de resumen en la tabla 7.

Dadas las variables, se reporta el estadístico de **Anderson Darling**, esta es una prueba de bondad de ajuste utilizada para evaluar si una muestra proviene de una población con una distribución

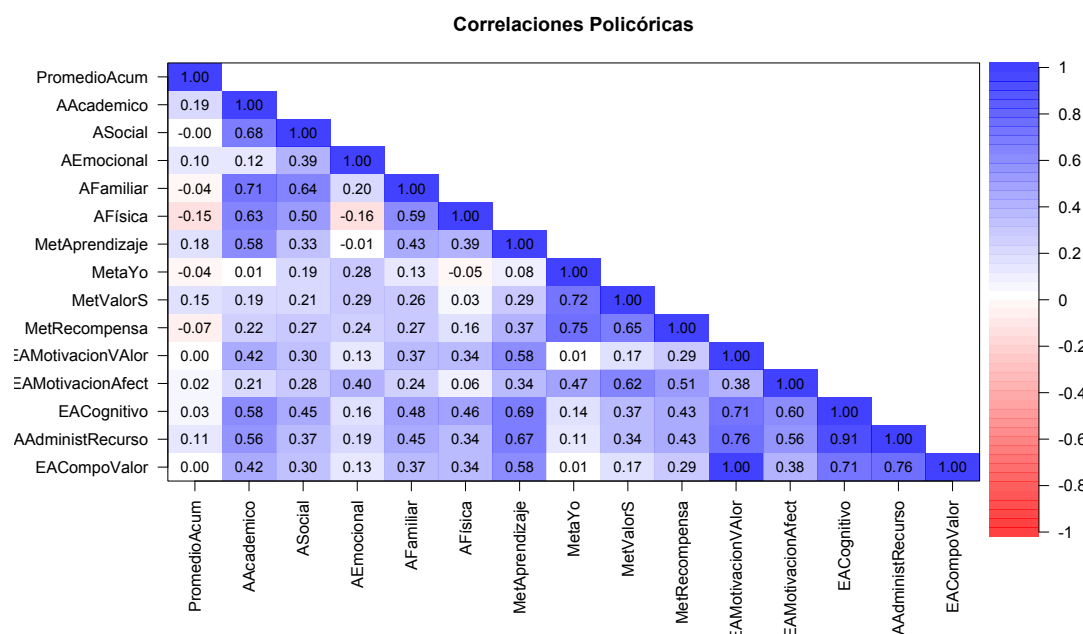


Figura 10: Matriz de correlaciones Policóricas

Variable	Muestra	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Rango
Rend.Academ	128	3,98	0,34	2,9	4,7	1,8
Académico	128	3,60	0,73	1	5	4
Social	128	3,21	0,58	1	5	4
Emocional	128	2,78	0,87	1	5	4
Familiar	128	3,34	0,64	1	5	4
Fisico	128	3,59	0,90	1	5	4
Met.Aprendizaje	128	4,10	0,74	1	5	4
Meta.Yo	128	2,61	0,92	1	5	4
Met.ValorS	128	3,34	1,07	1	5	4
Met.Recompensa	128	3,12	0,80	1	5	4
EA.Cognitivo	128	3,26	0,87	1	5	4
EA.MotivacValor	128	3,83	0,84	1	5	4
EA.MotivaAfect (T.Ansi)	128	3,54	0,93	1	5	4

Tabla 7: Descriptivos de las variables

específica, como la distribución normal. Tal como se evidencia en la Tabla 8, en donde la hipótesis nula es: los datos sigue una distribución de probabilidad normal. En este caso, el test de Anderson-Darling refuta la suposición de que cada variable observada sigue una distribución normal.

Asimismo, los resultados de la **Prueba de Mardia** que es utilizada para evaluar la normalidad multivariante en conjuntos de datos con múltiples variables. La prueba evalúa si las distribuciones marginales y las correlaciones entre variables son consistentes con la distribución multivariante normal. En donde la hipótesis nula menciona que la muestra sigue una distribución multivariante normal. En este caso, fue estadísticamente significativa para la Asimetría y con un valor ($pvalor = 0$) de Curtosis, ($pvalor = 0$) es decir, se rechaza la hipótesis nula y no se presenta normalidad multivariada.

Otra de las pruebas que se aplicó fue la prueba de **Henze-Zirkler(HZ)** esta evalúa normalidad multivariante, en donde la hipótesis nula dice que la muestra sigue una distribución normal multivariante. En este caso, la estadística de prueba $HZ = 5,825$ y el valor p es 0,00, se rechaza H_0 por tanto, las variables no siguen una distribución normal multivariada.

Así las cosas, las pruebas anteriores refutan la suposición de normalidad multivariada. A pesar de esto, los modelos de ecuaciones estructurales incorporan enfoques robustos que permiten lidiar con variables que no siguen una distribución normal. Por consiguiente, la aplicación de estos modelos es factible a pesar de la falta de normalidad multivariada en las variables.

Variable	A^2	p valor
Rend.Academ	1,56	0,00
Academico	6,64	0,00
Social	4,20	0,00
Emocional	4,19	0,00
Familiar	4,11	0,00
Fisico	5,38	0,00
Met.Aprendizaje	9,50	0,00
Meta.Yo	5,20	0,00
Met.ValorS	4,98	0,00
Met.Recompensa	5,49	0,00
EA.Cognitivo	6,34	0,00
EA.MotivacValor	4,12	0,00
EA.MotivacAfect	6,25	0,00

Tabla 8: Prueba de normalidad multivariada de Anderson-Darling

5.4. Fase de Aplicación

El objetivo principal de esta etapa es formalizar de manera precisa el modelo hipotético que servirá como base para el análisis estructural. Se han identificado desde la base teórica cuatro factores subyacentes clave que desempeñan un papel fundamental en lo que tiene que ver con del rendimiento académico. Estos factores son los siguientes:

En primer lugar, el Autoconcepto (ξ_1) que encapsula la percepción subjetiva que los estudiantes tienen de sus propias habilidades, competencias y valor personal en el contexto académico. Estos cuatro factores se entrelazan y colaboran en el complejo proceso de formación del rendimiento académico. En segundo lugar, se consideran las Metas Académicas (ξ_2), que reflejan las aspiraciones y objetivos específicos que los estudiantes se proponen alcanzar en su trayectoria educativa. El tercer factor considerado son las Estrategias de Aprendizaje (ξ_3), que abarcan las diversas tácticas y métodos que los estudiantes emplean para procesar, retener y aplicar la información académica. Finalmente, está la Motivación (ξ_4), una fuerza impulsora esencial que influye en la dedicación, el esfuerzo y la persistencia de los estudiantes frente a los desafíos académicos.

La figura 11 proporciona una representación visual de este modelo teórico en el diagrama de caminos, destacando la interconexión de los factores identificados. En esta etapa de especificación, se establecen las bases para las ecuaciones estructurales que describen las relaciones formales entre estos constructos, permitiendo así un análisis más detallado de su impacto en el rendimiento académico.

Siguiendo con un análisis a partir del diagrama de caminos que se muestra en la Figura 11, los parámetros del modelo se expresan de la siguiente manera:

- Variables Latentes:

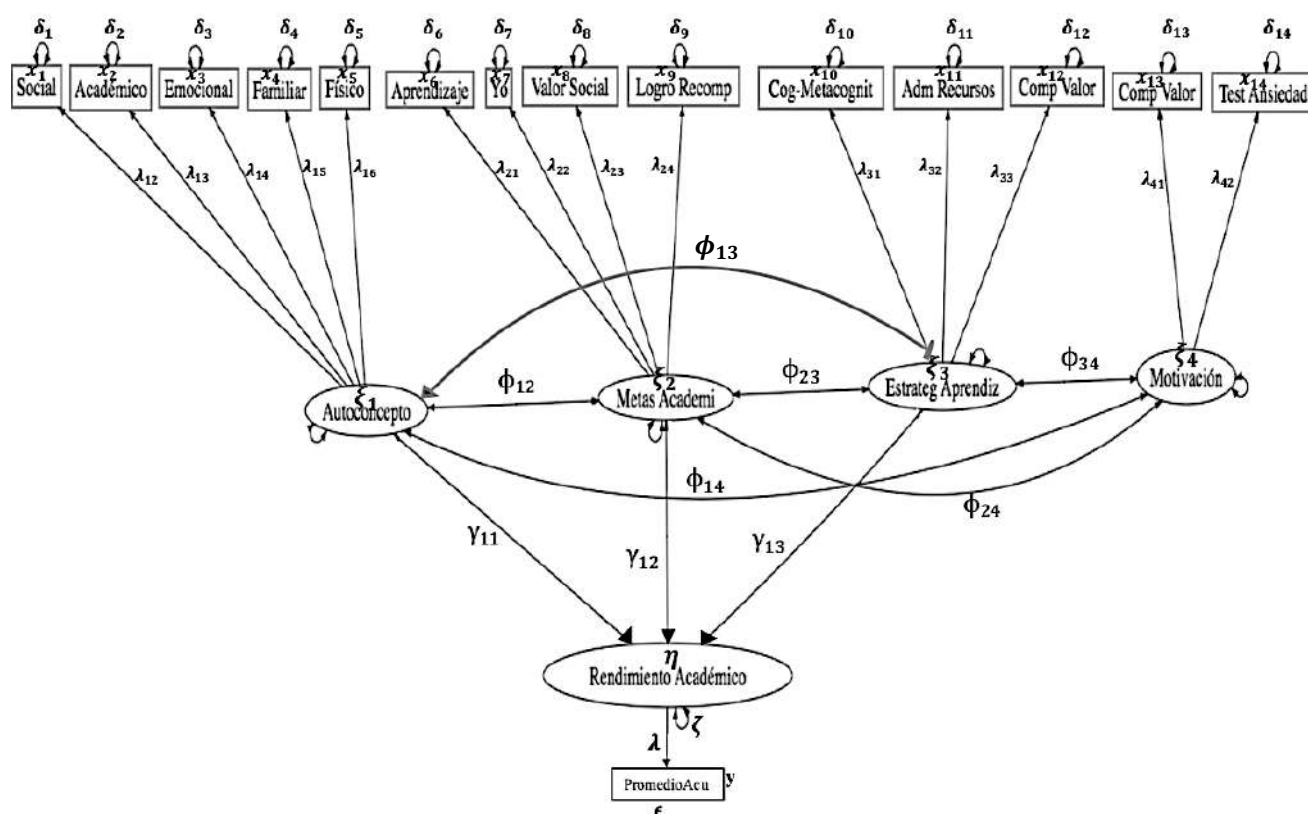


Figura 11: Diagrama de Caminos: Modelo teórico, adaptado de Veas et al. (2015). Elaborado con WY-SIWYG (Aplicación web para diagramas de camino de SEM)

- i. Exógenas $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4$
- ii. Endógenas η
- Variables Observadas:
 - i. Exógenas $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}$.
 - ii. Endógenas y
- Errores de medida
 - i. de variables exógenas: $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7, \delta_8, \delta_9, \delta_{10}, \delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{13}, \delta_{14}$
 - ii. de variables observadas endógenas: ϵ
- Términos de Perturbación: ζ que incluyen los efectos de los errores de medida y aleatoriedad del proceso
- Coeficientes de regresión que relacionan λ_x , λ_y que relacionan las variables latentes con las observadas.
- Coeficientes de regresión que relacionan $\gamma_{11}, \gamma_{21}, \gamma_{41}$ en donde representa la relación entre una variable exógena y una latente y $\phi_{12}, \phi_{13}, \phi_{23}, \phi_{34}, \phi_{14}, \phi_{24}$ representan la covariación entre las variables latentes exógenas.

Dado que los modelos de ecuaciones estructurales están compuestos por el modelo estructural, propiamente dicho, y un modelo de medida, en este sentido las ecuaciones de medida expresan cómo las variables latentes se relacionan con sus indicadores observados, y se representan mediante cargas factoriales y términos de error, permitiendo así la evaluación precisa de los constructos teóricos que se están estudiando.

A continuación se presentan los indicadores propuestos para cada una de las variables latentes del modelo:

- Autoconcepto= Académica+ Social, Emocional+ Familiar+ Físico.
- Metas Académicas= Metas académicas de aprendizaje+ Metas académicas orientadas al yo+ Metas académicas orientadas a la valoración social+ Metas académicas orientadas al logro o recompensa.
- Estrategias de aprendizaje= Cognitivas y metacognitivas+ Administración de recursos+ Componentes de valor.
- Motivación = Componentes+ Test de ansiedad.

Para finalizar la etapa de especificación no se debe perder de vista que los anteriores factores latentes determinados de manera teórica tienen efecto (directo e indirecto) sobre el rendimiento académico, por lo que en esta etapa se definen las siguientes hipótesis estructurales:

- H_1 =El autoconcepto tiene un efecto directo y positivo sobre el rendimiento académico.
- H_2 =Las metas académicas tienen un efecto directo y positivo sobre el rendimiento académico.
- H_3 =Las estrategias de aprendizaje tienen un efecto directo y positivo sobre el rendimiento académico.
- H_4 = El autoconcepto y las metas académicas están significativamente correlacionadas.
- H_5 = El autoconcepto y las estrategias de aprendizaje están significativamente correlacionadas.
- H_6 =Las metas académicas y las estrategias de aprendizaje están significativamente correlacionadas.
- H_7 =Las metas académicas y la motivación están significativamente correlacionadas.
- H_8 =El autoconcepto y la motivación están significativamente correlacionadas.
- H_9 =Las estrategias de aprendizaje y la motivación están significativamente correlacionadas.

5.4.1. Etapa de Identificación

Para la identificación del modelo se utiliza el criterio de los grados de libertad usado ampliamente en múltiples investigaciones, el cual se mencionó en la Sección 3.2.3. Consiste en el cálculo del número de elementos no redundantes de la matriz de covarianzas de las variables, el cual debe ser menor que el número de parámetros desconocidos en θ .

En el modelo propuesto ilustrado en el diagrama de caminos de la *Figura 12*, se tiene que hay $p = 14$, variables observadas de la variable endógena y $q = 1$ (variable exógena), por tanto, siguiendo la regla:

$$\frac{(p+q)(p+q+1)}{2} = \frac{(14+1)(14+1+1)}{2} = \frac{240}{2} = 120,$$

se dice que, es un modelo sobreidentificado, porque los $gl > 0$ e incluyen menos parámetros que varianzas y covarianzas que tiene Σ . De modo que, se han especificado 39 parámetros para ser estimados. Restando los parámetros a estimar de los 120 parámetros conocidos en la matriz de covarianzas, para este modelo propuesto hay 81 grados de libertad.

5.4.2. Etapa de Estimación

Dada la no normalidad de las variables bajo estudio y su que la mayoría proviene de una escala de tipo ordinal, se escogió para la estimación una técnica que no haga ningún supuesto sobre la distribución de las variables. Ya que estos métodos buscan reducir la distancia entre las varianzas observadas y el diseño modelado, a través de la matriz W que se estima por los *Minimos*

Cuadrados No Ponderados (ULS) el cuál se describió en la Sección 3.2.4, se presenta el diagrama de caminos del modelo hipotético presentado en la *Figura 12* y sus estimaciones en la tabla 9.

En esta sección se plantea el modelo teórico, que se adaptó de Veas et al. (2015) y que se representa en el diagrama de caminos *Figura 13* para ver como afectan algunas variables exógenas el rendimiento académico, las estimaciones de los parámetros fueron hechas en el software libre *JASP* versión 0.12.2.

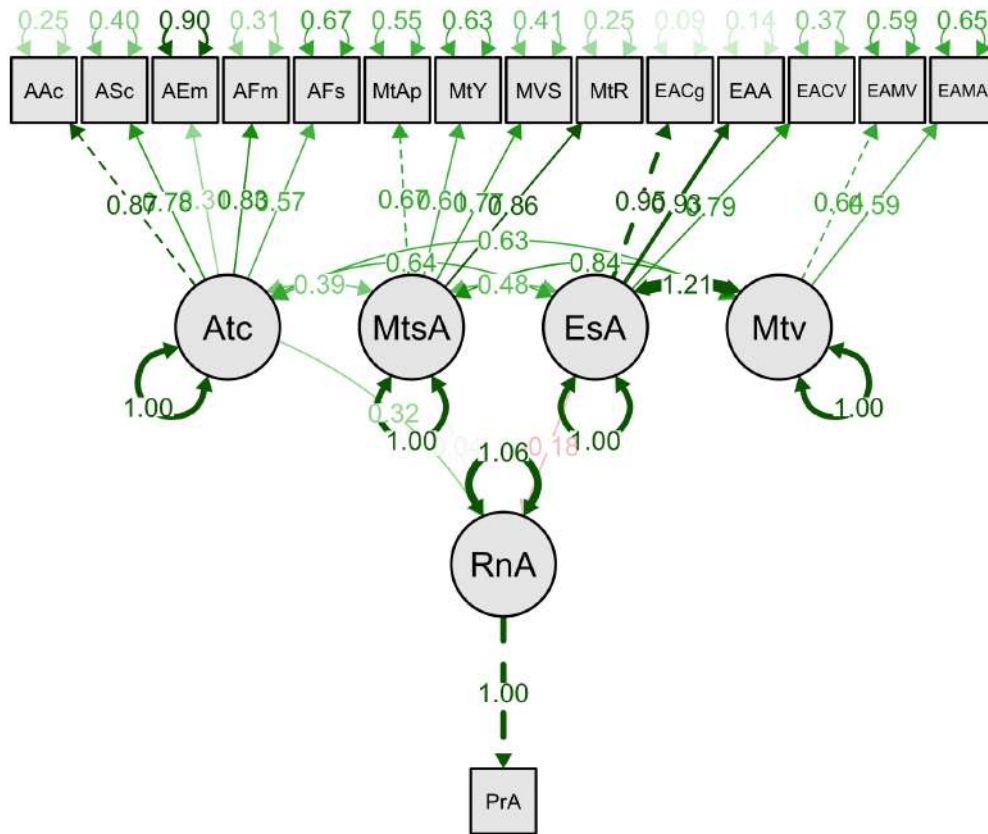


Figura 12: Estimación del modelo propuesto en el software libre JASP.

A partir del diagrama de caminos de la *Figura 13*, se tiene que el modelo estructural está dado por las siguientes ecuaciones:

$$\begin{bmatrix} Rendimie \\ Académ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Rendimien \\ Académ \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,32 & 0,04 & -0,18 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{Autoconcep} \\ \xi_{MetasAcadem} \\ \xi_{EstraAprendi} \\ \xi_{Motivacion} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (20)$$

El modelo de medida es expresado por medio de las siguientes ecuaciones:

$$[Promedio \text{ académico}] = [1][Rendim \text{ Acumulado}] + [\epsilon] \quad (21)$$

y

$$\begin{bmatrix}
\text{Social} \\
\text{Academico} \\
\text{Emocional} \\
\text{Familiar} \\
\text{Fisico} \\
\text{MetAprendizaje} \\
\text{MetYo} \\
\text{MetaValorSocia} \\
\text{MetaRecompensa} \\
\text{Cognitivo} \\
\text{AdminitrRecurso} \\
\text{ComponValor} \\
\text{ValoracSocial} \\
\text{TestAnsiedad}
\end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix}
0,78 & 0 & 0 & 0 \\
0,87 & 0 & 0 & 0 \\
0,31 & 0 & 0 & 0 \\
0,83 & 0 & 0 & 0 \\
0,57 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0,67 & 0 & 0 \\
0 & 0,61 & 0 & 0 \\
0 & 0,77 & 0 & 0 \\
0 & 0,86 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0,95 & 0 \\
0 & 0 & 0,93 & 0 \\
0 & 0 & 0,79 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0,64 \\
0 & 0 & 0 & 0,59
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix}
\xi_{\text{Autoconcepto}} \\
\xi_{\text{MetasAcademicas}} \\
\xi_{\text{EstrateAprendiza}} \\
\xi_{\text{Motivacion}}
\end{bmatrix}
+
\begin{bmatrix}
\delta_1 \\
\delta_2 \\
\delta_3 \\
\delta_4 \\
\delta_5 \\
\delta_6 \\
\delta_7 \\
\delta_8 \\
\delta_9 \\
\delta_{10} \\
\delta_{11} \\
\delta_{12} \\
\delta_{13} \\
\delta_{14}
\end{bmatrix}
\quad (22)$$

Además, las matrices de covarianzas de los errores son:

$$\Theta_{\delta} = \text{diag}(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1) \quad (23)$$

$$\Theta_{\epsilon} = [1]$$

Tabla 9: Estimación de parámetros modelo propuesto SEM en JASP.

Variable/Factor		Estándar	Estimado	Desvia Estánd	Valor Z	p valor	D.E (lv)
Variables Latentes							
Autoconcepto	Académico	0,87	1,000	0			0,87
	Social	0,78	0,704	0,132	5,354	< 0,001	0,78
	Emocional	0,31	0,428	0,109	5,751	< 0,001	0,31
	Familiar	0,83	0,834	0,145	5,693	< 0,001	0,83
	Física	0,57	0,812	0,143	5,693	< 0,001	0,57
Metas Académicas	MetAprendizaje	0,67	1,000	0			0,67
	MetaYo	0,61	1,127	0,187	6,012	< 0,001	0,61
	MetValorS	0,77	1,664	0,257	6,463	< 0,001	0,77
	MetRecompensa	0,86	1,393	0,220	6,339	< 0,001	0,86
Estrategias de Aprendizaje	Cognitivo	0,95	1,000	0	7,794	< 0,001	0,95
	AdministRecurso	0,93	0,986	0,126	7,794	< 0,001	0,93
	CompoValor	0,79	1,022	0,130	7,780	< 0,001	0,79
Motivación	Valorac Social	0,64	1,000	0			0,64
	Test Ansiedad	0,59	1,024	0,123	8,320	< 0,001	0,59
Regresiones							
Rendimiento Académico	~ <i>Autoconcepto</i>	0,32	0,170	1,324	0,096	0,90	0,32
	~ <i>MetasAcadémicas</i>	0,041	0,028	0,291	-0,133	0,894	0,041
	~ <i>EstraAprendizaje</i>	-0,18	-0,091	0,684	5,041	< 0,001	-0,177

Para el caso anterior de los valores estimados del modelo que se presentan en la Tabla 9, en cuanto a las variables latentes. Así, para la variable latente *autoconcepto*(*Atc*), se percibió a través de cinco ítems, siendo las variables: académico(**AAc**), social(**ASc**) y familiar(**AFm**), las de mayor carga factorial (0.87, 0.78 y 0.83 ,respectivamente). Además, siendo significativamente distintas de cero en el modelo $valorp = 0,90$, con una correlación $\gamma_{11} = 0,32$ así la hipótesis H_1 se rechaza y no hay un efecto directo y significativo con el factor latente rendimiento académico.

En la variable latente *metas académicas*(**MtsA**), que se midió en cuatro, las variables indicadoras: *las Orientadas al Yo*(**MtY**), la *valoración social*(**MVS**) y las *metas de recompensa*(**MtR**) de las cuales presentaron una carga factorial alta: Valoración Social con 0,77. Es posible identificar que no hay un efecto directo del factor latente *Metas académicas* en el *Rendimiento académico*, ya que $\gamma_{12} = 0,041$; valor p de la prueba estadística 0,89, se rechaza la hipótesis H_2 , es decir, no hay un efecto directo y significativo de la variable latente *Metas académicas* en el factor latente *Rendimiento académico*.

En la variable latente *estrategias de aprendizaje*(**EsA**), las cognitivas y metacognitivas(**EACg**) junto con las de *administración de recursos*(**EAA**), todas las variables indicadoras registran una alta carga factorial, las cognitivas y metacognitivas(0,95), las de administración de recursos(0,93) y por último las de componentes de valor(0,79). En cuanto a la hipótesis de investigación, H_3 no se rechaza, ya que el valor p de la prueba estadística es $< 0,01$, es decir, que el factor *las estrategias de aprendizaje* presenta un efecto directo y significativo con *el factor latente rendimiento académico*, siendo $\gamma_{13} = -0,18$.

En las regresiones, como se evidencia en la Tabla 9, que representan los efectos directos entre las variables latentes endógenas y exógenas, no registra tener significancia el autoconcepto, ni las Metas Académicas con el Rendimiento Académico, solamente se relacionan de manera significativa la variable latente *Estrategias de Aprendizaje* con el factor del *Rendimiento académico*.

En lo que respecta a estimaciones de la covarianza, se observan en la Tabla 10, se encontraron relaciones significativas entre todas las covarianzas estimadas. Por tanto, se validan las hipótesis formuladas anteriormente:

- H_4 = El autoconcepto y las metas académicas están significativamente correlacionadas.
- H_5 = El autoconcepto y las estrategias de aprendizaje están significativamente correlacionadas.
- H_6 = Las metas académicas y las estrategias de aprendizaje están significativamente correlacionadas
- H_7 = Las metas académicas y la motivación están significativamente correlacionadas.
- H_8 = El autoconcepto y la motivación están significativamente correlacionadas.
- H_9 = Las estrategias de aprendizaje y la motivación están significativamente correlacionadas.

Tabla 10: Estimación de parámetros Covarianza SEM con JASP.

Covarianza	Estándar	Desv. Estándar	Valor Z	p valor	Desv. Estándar(lv)
Autoconcepto ~ Motivacion	0,63	0,043	6,179	$< 0,001$	0,627
Autoconcepto ~ EstraAprendizaje	0,64	0,043	6,179	$< 0,001$	0,636
Autoconcepto ~ MetasAcademic	0,39	0,026	4,607	$< 0,001$	0,388
EstraAprendizaje ~ Motivacion	1,21	0,055	7,906	$< 0,001$	1,212
MetasAcademic ~ EstraAprendizaje	0,48	0,029	5,4	$< 0,001$	0,485
MetasAcademic ~ Motivacion	0,84	0,038	5,952	$< 0,001$	0,836

Una parte fundamental en los modelos de ecuaciones estructurales es evaluar su calidad de ajuste, en función de la capacidad de las estimaciones para reproducir la matriz de covarianzas muestrales, o, en el caso de estimaciones estandarizadas, la matriz de correlaciones. Esto se logra mediante la comparación de las matrices $\Sigma(\theta)$ y $\Sigma(\hat{\theta})$, donde $\hat{\theta}$ representa el vector de parámetros que relaciona

las covarianzas entre las variables con los parámetros del modelo. En un modelo adecuadamente ajustado, la matriz residual debería acercarse lo más posible a la matriz nula.

A continuación se presentan las medidas de bondad de Ajuste:

- Ratio de Chi-cuadrado a Grados de Libertad (χ^2/df): Un valor bajo de χ^2/df indica, un buen ajuste del modelo $\frac{142,237}{81} = 1,76$. Se considera que un valor cercano a 2 o menor es un buen indicativo de un buen ajuste.
- RMSEA fue de 0,077, por tanto, indica un ajuste aceptable, el intervalo de confianza está dado por: (0,056 – 0,098) y el valor $p = 0,021$ cumpliendo la H_0 que hace referencia a la discrepancia que habría entre la matriz de correlación poblacional y la matriz reproducida por el modelo propuesto.
- SRMR mide la diferencia promedio entre las correlaciones residuales observadas y las correlaciones residuales estimadas por el modelo, el SRMR fue de 0,09 considerándose aceptable.
- $CFI = 0,923$, compara el modelo propuesto con un modelo nulo (un modelo que no tiene relaciones) y valora la mejora en el ajuste, oscila entre 0 y 1, siendo el valor de 0,9 el mínimo requerido.
- $TLI = 0,9$ (buen ajuste).

Adicionalmente, a esto se presentan las estimaciones de covarianzas residuales del modelo en la Tabla 11, se verifica que la matriz es semidefinida positiva:

Tabla 11: Tabla de covarianzas modelo completo

	Aacade	ASocial	Aemoci	Afamil	AFísica	MetAprend	MetaYo	MetValorS	MetRecom	EACogni	AdministRecu	CompoValor	EAMotivValor	EAMotAfect	PromAcum
Aacade	0.536														
ASocial	0.284	0.331													
Aemoci	0.172	0.121	0.765												
Afamil	0.336	0.236	0.144	0.406											
AFísica	0.327	0.230	0.140	0.272	0.803										
MetAprend	0.122	0.086	0.052	0.102	0.099	0.545									
MetaYo	0.138	0.097	0.059	0.115	0.112	0.276	0.849								
MetValorS	0.203	0.143	0.087	0.169	0.165	0.408	0.460	1.153							
MetRecom	0.170	0.120	0.073	0.142	0.138	0.341	0.385	0.568	0.638						
EACogni	0.266	0.187	0.114	0.221	0.216	0.158	0.178	0.263	0.220	0.478					
AdministRecu	0.262	0.184	0.112	0.218	0.213	0.156	0.176	0.259	0.217	0.427	0.487				
CompoValor	0.271	0.191	0.116	0.226	0.220	0.161	0.182	0.269	0.225	0.443	0.436	0.720			
EAMotivValor	0.217	0.153	0.093	0.181	0.176	0.225	0.254	0.375	0.314	0.434	0.428	0.444	0.720		
EAMotAfect	0.222	0.156	0.095	0.185	0.180	0.231	0.260	0.384	0.321	0.445	0.438	0.454	0.303	0.881	
PromAcum	0.005	0.003	0.002	0.004	0.004	0.013	0.015	0.022	0.019	0.010	0.010	0.011	0.004	0.004	0.114

Un supuesto, el cual debe ser evaluado en el modelo propuesto, es la homocedasticidad, que implica que la varianza de los errores es constante en todos los niveles de las variables predictoras. En este caso, al examinar los residuos de la matriz de varianzas y covarianzas de variable latente endógena (rendimiento académico). En la tabla 11, no hay patrones sistemáticos en la varianza de los residuos. Además, se asume que los errores de medición y los errores estructurales son independientes entre sí. En este caso, siendo la variable predictora (rendimiento académico) se dificulta la prueba de independencia de los errores de manera robusta. Así, se realizó análisis exploratorios de los residuos disponibles del rendimiento académico, por tanto, en este vector de correlación de residuos se muestran cercanas a cero, lo que sugiere independencia de errores.

Para obtener una evaluación más precisa del modelo SEM y considerar futuras investigaciones que incorporen más indicadores para la variable predictora (rendimiento académico) para mejorar la evaluación de la homocedasticidad en el modelo.

En cuanto al modelo propuesto descrito anteriormente, sus resultados arrojan que, solo la variable latente estrategias de aprendizaje presentó un efecto directo y significativo con el factor latente rendimiento académico. Como se esperaba en el modelo propuesto por Veas et al. (2015), las correlaciones fueron significativas entre las variables latentes (Autoconcepto, Metas Académicas, Estrategias de Aprendizaje, Motivación, además esto podría confirmar que las variables latentes están relacionadas de la manera esperada con el factor del rendimiento académico.

En el estudio hecho por Veas et al. (2015) estas variables fueron significativas debido a la población, que correspondía a estudiantes de primer y segundo año de secundaria en la provincia de Alicante en España, el tamaño muestral fue de (1398).

En este caso particular solo fue posible obtener una muestra de 128 estudiantes Universitarios de la facultad de Estadística de la Universidad Santo Tomás, debido a que la participación en este estudio era de manera voluntaria y los investigadores fueron los encargados de recolectar la información en los espacios físicos de la Universidad contando con el apoyo de algunos estudiantes del consultorio Estadístico a cargo de la profesora Lida Fonseca, según lo estipulado en la sección 4.3 de la metodología del presente estudio.

Se resalta el hecho de que los resultados presentados en esta sección puedan ser utilizados para proponer nuevos modelos que ayuden a comprender mejor el fenómeno de interés; sin embargo, deben usarse con cautela debido al ajuste del modelo. El resultado anterior fue replicado a partir de lo propuesto en la literatura, teniendo en cuenta algunos factores como lo indica Veas et al. (2015); sin embargo, se podrían revisar otras propuestas de relaciones entre las variables latentes con el rendimiento académico. Una propuesta es mostrada en la siguiente sección, la cual ilustra un modelo de ecuaciones estructurales alterno.

5.4.3. Modelo Alternativo propuesto

Se presenta otro modelo de ecuaciones estructurales partir del modelo teórico de Veas et al. (2015) mostrado en la Figura 14 en este se cuenta con tres variables latentes exógenas y una endógena, uno de los criterios utilizados fue, que partir del modelo anterior (Ver Figura 12) solo se tuvieron en cuenta aquellas variables latentes, cuyas indicadoras registraban cargas factoriales superiores a 0,40.

Se representa el diagrama de caminos en la *Figura 10*, donde se establecieron las relaciones causales entre la variable endógena(Rendimiento Académico) y variables latentes exógenas. El modelo de medida está dado por la siguiente expresión(utilizando la escritura del paquete Lavaan de SEM de R para el modelo en el software JASP):

Variables Latentes:

Autoconcepto = ~ Académico + Social + Familiar

Metas Académicas = ~ Valor Social + Recompensa

Estrategias de Aprendizaje = ~ Cognitivas + Administración de Recursos + Componente de Valor

Rendimiento Académico = ~ Promedio Acumulado

Para especificar las regresiones y covarianzas, se tiene lo siguiente:

Regresiones:

Rendimiento Académico ~ *Autoconcepto*

Rendimiento Académico ~ *Metas Académicas*

Rendimiento Académico ~ *Estrategias de Aprendizaje*

Covarianzas :

Autoconcepto ~ *Metas Académicas*

Autoconcepto ~ *Estrategias de Aprendizaje*

Autoconcepto ~ *Rendimiento Académico*

Metas Académicas ~ *Motivación*

Motivación ~ *Estrategias de Aprendizaje*

El diagrama de caminos, con todos los indicadores y errores, se presenta en la Figura 13, en este modelo alternativo propuesto, se definen las siguientes hipótesis estructurales:

- H_1 : El autoconcepto y las metas académicas están significativamente correlacionadas.
- H_2 : El autoconcepto y las estrategias de aprendizaje están significativamente correlacionadas.

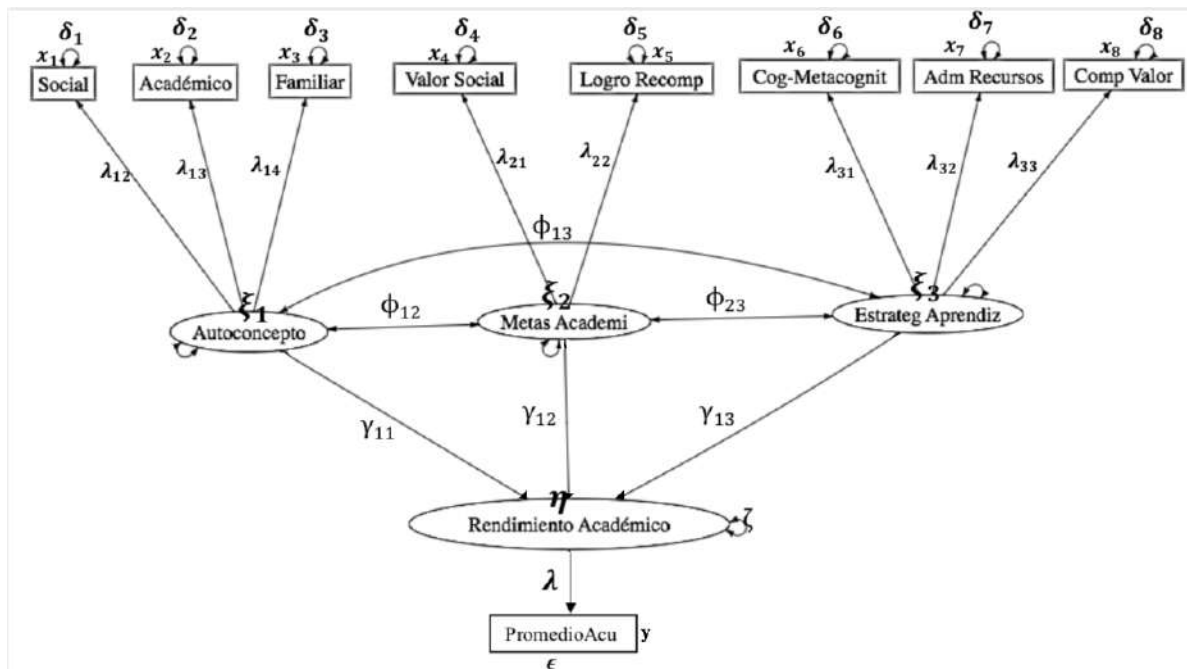


Figura 13: Modelo Alternativo propuesto. Elaborado con WYSIWYG (Aplicación web para diagramas de camino de SEM)

- H_3 : Las metas académicas y las estrategias de aprendizaje están significativamente correlacionadas
- H_4 : El autoconcepto tiene un efecto directo y positivo sobre el rendimiento académico.
- H_5 : El autoconcepto tiene un efecto directo y positivo sobre el rendimiento académico.
- H_6 : Las metas académicas tienen un efecto directo y positivo sobre el rendimiento académico.

Tabla 12: Estimación de parámetros Modelo Alternativo en JASP.

Variable/Factor		Estándar.	Estimado	Desv. Están	Valor Z	p valor	D.E (lv)
Variables Latentes							
Autoconcepto	Academico	0,91	1,000	0,000			0,91
	Social	0,75	0,652	0,076	8,616	< 0,001	0,75
	Familiar	0,79	0,755	0,074	1,026	< 0,001	0,79
Metas Académicas	Valor Social	0,68	1,000	0,000			0,68
	Recompensa	0,95	1,041	0,167	6,218	< 0,001	0,95
	Cognitivo	0,95	1,000	0,000			0,95
Estrategias de Aprendizaje	AdministRecurso	0,97	1,033	0,037	2,794	< 0,001	0,97
	CompoValor	0,77	0,999	0,072	1,386	< 0,001	0,77
Regresiones							
Rendimiento Académico	Autoconcepto	0,11	0,056	0,074	0,764	0,445	0,111
	MetasAcademicas	-0,113	-0,052	0,049	-1,067	0,286	-0,113
	EstraAprendizaje	0,06	0,031	0,070	0,443	0,658	0,060

Se rechazan las hipótesis planteadas: H_3 , H_4 y H_5 , por lo tanto, no se encuentran correlacionadas las variables latentes (estrategias de aprendizaje, autoconcepto y metas académicas) con el factor del

rendimiento académico.

Se encontraron relaciones significativas entre todas las covarianzas estimadas, es decir, se validan las hipótesis formuladas en H_1 , H_2 y H_3 .

Tabla 13: Estimación Covarianzas modelo alternativo

Covarianza	Carga Factor	Estimación	Desv. Estándar	Valor Z	p valor
D.E(lv)					
Autoconcepto ~ MetasAcademicas 0.303	0.303	0.147	0.071	2.068	0.039
Autoconcepto ~ EstraAprendizaje 0.622	0,622	0,266	0,043	-0,129	0,03
MetasAcademicas~ EstrategiasAprendizaje	0,473	0.224	0.073	3.083	0.002

En las regresiones, que representan los efectos directos entre las variables latentes endógenas y la variable exógenas (Rendimiento Académico), no registran variables significativas.

En cuanto al ajuste del modelo alternativo se tiene que

- Ratio de Chi-cuadrado (χ^2/gl): se calcula $\frac{54,906}{22} = 2,46$. y en este caso se considera que un valor cercano a 2 o menor es un buen indicativo de un buen ajuste.
- (RMSEA): es de 0,024, por tanto, indica un buen ajuste, el intervalo de confianza está dado por: (0,073–0,108) y el valor $p = 0,006$ cumpliendo la H_0 que hace referencia a la discrepancia que habría entre la matriz de correlación poblacional y la matriz reproducida por el modelo propuesto.
- El SRMR registrado fue de 0,09 considerándose aceptable.
- El CFI en este caso es de 0,952 es aceptable.
- (TLI): es de 0,92, es adecuado, ya que se tiene un valor mayor a 0.9

A partir del diagrama de caminos de la *Figura 14*, se tiene que el modelo estructural está dado por las siguientes ecuaciones:

$$\begin{bmatrix} \text{Rendimie} \\ \text{Académ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Rendimien} \\ \text{Académ} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,32 & -0,11 & -0,06 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{\text{Autoconcep}} \\ \xi_{\text{MetasAcadem}} \\ \xi_{\text{EstraAprendi}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (24)$$

El modelo de medida es expresado por medio de las siguientes ecuaciones:

$$[\text{Promedio académico}] = [1][\text{Rendim Acumulado}] + [\epsilon_1] \quad (25)$$

y

$$\begin{bmatrix} \text{Academico} \\ \text{Social} \\ \text{Familiar} \\ \text{ValoraSocial} \\ \text{Recompensa} \\ \text{Cognitivo} \\ \text{AdministraRecurs} \\ \text{ComponeValor} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,91 & 0 & 0 \\ 0,76 & 0 & 0 \\ 0,79 & 0 & 0 \\ 0 & 0,68 & 0 \\ 0 & 0,86 & 0 \\ 0 & 0 & 0,95 \\ 0 & 0 & 0,97 \\ 0 & 0 & 0,79 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{\text{Autoconcep}} \\ \xi_{\text{MetaAcademi}} \\ \xi_{\text{EstrategAprendi}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \end{bmatrix} \quad (26)$$

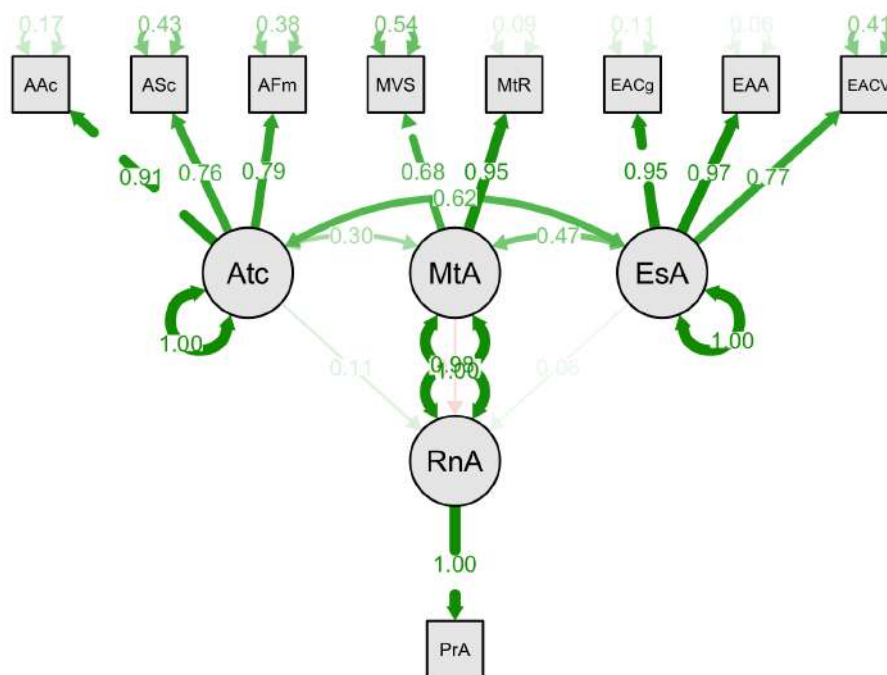


Figura 14: Estimación de parámetros del modelo alternativo propuesto en el software JASP

Siguiendo con las expresiones del modelo estructural, se presentan las matrices de los errores:

$$\Theta_{\delta} = \text{diag}(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1) \quad (27)$$

$$\Theta_{\epsilon} = [1]$$

En la Tabla 14 se presentan las covarianzas de las variables del modelo:

Tabla 14: Tabla de Covarianzas Residuales Modelo Alterno

	Aacade	ASocial	Afamil	MetValorS	MetREcomp	EACognitivo	AdministRecu	EAMotivVAlor	PromAcum
Aacade	0.532								
ASocial	0.285	0.328							
Afamil	0.328	0.231	0.402						
MetValorS	0.147	0.127	0.177	1.144					
MetREcomp	0.129	0.124	0.135	0.553	0.633				
EACognitivo	0.292	0.177	0.211	0.269	0.238	0.474			
AdministRecu	0.282	0.147	0.199	0.253	0.239	0.437	0.483		
EAMotivVAlor	0.258	0.144	0.197	0.155	0.194	0.416	0.444	0.714	
PromAcum	0.045	-6.673e-4	-0.009	0.054	-0.019	0.006	0.025	2.686e-4	0.113

En lo referente a la comparación del modelo teórico presentado en el apartado 5.4.2, se tiene que Ratio Chi Cuadrado(1,76), RMSEA(0,077) con IC(0,056-0,098) con un pvalor de 0,021. El SRMR(0,09). El CFI(0,923 y el TLI(0,9))

En cuanto a la validación de los supuestos del modelo, las variables no presentan distribución normal, luego al hacer uso de las covarianzas residuales de la Tabla 14, se puede decir que no hay homocedasticidad en los residuos y posiblemente se presente independencia en los errores, dado que los valores de los residuos son cercanos a cero. Sin embargo, para obtener una evaluación más precisa del modelo SEM y considerar futuras investigaciones que incorporen más indicadores para la variable predictora (rendimiento académico) para mejorar la evaluación de la homocedasticidad en el modelo. Además, se asume que

los errores de medición y los errores estructurales *son independientes entre sí*. En este caso, siendo la variable predictora (rendimiento académico) se dificulta la prueba de independencia de los errores de manera robusta.

El modelo alternativo propuesto, Ratio Chi Cuadrado(2,46), RMSEA(0,024) con IC(0,073-0,108) y un p valor de 0,006. El SRMR(0,09), CFI(0,952) y el TLI(0,92). Sin embargo, al revisar la matriz de covarianzas residuales, esta siempre debe ser definida positiva, ya que se observan algunos valores negativos, lo que podría indicar problemas en la especificación del modelo.

En general, el modelo inicial propuesto en la sección 5.4.2 y en la Figura 13, arroja un buen global y por tanto, dadas las relaciones de significancia directa del rendimiento académico con algunas variables latentes, es aquel se tuvo en cuenta para interpretación en los resultados de esta investigación.

6. Conclusiones

Los Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) permiten analizar relaciones complejas entre variables latentes y observadas, lo que es especialmente valioso al examinar Fenómenos de la Educación, como lo es el caso particular del rendimiento académico. Se pueden identificar algunos factores que influyen en el éxito académico, pudiendo así ser modelados y evaluados en un único marco analítico o una Teoría en particular. Los SEM ofrecen la oportunidad de validar y medir constructos latentes, lo que es fundamental para comprender en profundidad las influencias en el rendimiento académico. Esta validación es esencial para la toma de decisiones basadas en la investigación.

En relación con los resultados del este modelo propuesto en la *sección 5.4.1* de Veas et al. (2015) y adaptado para efectos de esta investigación, en el cual se evalúan las relaciones existentes entre el rendimiento académico y algunas variables latentes, como lo son: las estrategias de aprendizaje, el autoconcepto, las metas académicas y la motivación, de acuerdo al ajuste del modelo estos se deben interpretar con cautela. De modo que, se presentó lo siguiente:

- En cuanto a las Estrategias de Aprendizaje, muestran una contribución significativa con el Rendimiento Académico, dado que en las *Estrategias Cognitivas* hay una selección y regulación por parte del estudiante en lo que respecta a las estrategias de aprendizaje. (Nisbet Schukmith, 1986 citados por Veas et al. (2015)), en cuanto a las *Estrategias Metacognitivas* mencionan que son aquellas en donde se relacionan la nueva información con el conocimiento previo, ya que se centra en dar un significado a este conocimiento. El aspecto de la *Administración de Recursos*, respecto al tiempo y hábitos de estudio, la autorregulación del esfuerzo, también tienen un efecto significativo sobre el rendimiento, ya que cuando un estudiante puede regular su esfuerzo de manera efectiva, es más probable que se mantenga enfocado en sus tareas académicas y resuelva los desafíos que puedan surgir.
- Se encontró que el *Rendimiento Académico* tiene un efecto directo, positivo, pero no significativo, con el Autoconcepto. Además, el Autoconcepto mostró una correlación positiva y moderada con la Motivación y las metas de Aprendizaje. En otras palabras, los estudiantes con un autoconcepto positivo pueden estar orientados a mejor desempeño académico, puesto que poseen un mayor nivel de motivación y de metas de aprendizaje.
- Respecto a la variable latente, *Metas Académicas* tiene un efecto directo, pero no significativo, en el Rendimiento Académico, a su vez las variables indicadoras que la conforman hacen referencia a los principales motivos por los cuales los estudiantes se esfuerzan por su trabajo académico en este caso son las Metas Orientadas al yo, Metas de Valoración social y las Metas de recompensa que son distintas de cero en el modelo (p valor $< 0,01$).
- Se encontraron relaciones significativas entre todas las covarianzas estimadas, se validaron las hipótesis planteadas. Por tanto, La relación entre las covarianzas de variables latentes que mostraron estar altamente correlacionadas y de manera significativa en el modelo son: la motivación y el autoconcepto, el autoconcepto con las estrategias de aprendizaje, las estrategias de aprendizaje y la motivación. Finalmente, con una correlación moderada, se encuentra el autoconcepto con las metas académicas y las estrategias de aprendizaje con las metas académicas. Se podría decir que estas relaciones se dan cuando un estudiante posee un nivel mayor de motivación, tendrá uno mayor asociado al autoconcepto y de manera similar a las estrategias de aprendizaje en donde busca dar un mayor sentido a su nivel de aprendizaje, por ende la motivación será un factor importante para lograr este objetivo.
- El modelo propuesto tiene un ajuste aceptable, ya que se registró un Ratio Chi Cuadrado(1,76), RMSEA(0,077) con IC(0,056-0,098) y un p-valor de 0,021, SRMR(0,09), CFI(0,923) y el TLI(0,9).

Con base en los factores asociados examinados y sus relaciones en este estudio con respecto al rendimiento académico de estudiantes universitarios de pregrado en Estadística en la USTA, se proponen las siguientes recomendaciones:

- En el factor de autoconcepto: Alentar a los estudiantes a reflexionar sobre sus habilidades académicas, sociales y familiares, pueden llevar un diario de logros y desafíos para reconocer sus fortalezas y áreas de mejora. Proporcionar oportunidades para que los estudiantes tengan éxito en tareas académicas y que puedan lograr pequeños objetivos, quizás puede aumentar la confianza en su capacidad para aprender. Fomentando la creación de un ambiente académico, social y familiar positivo, los estudiantes que se sienten apoyados tienden a tener un autoconcepto más positivo. Con este objetivo de manejar la resiliencia, enseñando a los estudiantes a maniobrar los desafíos y el fracaso de manera constructiva. La resiliencia fortalece el autoconcepto y la capacidad para superar obstáculos. Otro aspecto es el de mejorar la comunicación abierta y efectiva con amigos, familiares y profesores. Una red de apoyo sólida puede influir positivamente en el autoconcepto. Aunque se trate de enseñanza de educación superior, el involucrar a las familias y así puedan apoyarlos en el desarrollo académico y profesional.
- En el factor de metas académicas, se sugiere ayudar a definir metas claras y específicas para que los estudiantes sepan qué hacer en este aspecto. Depende de que tan grande sea meta, esta se puede desglosar en otras más pequeñas para que se puedan realizar, ya que se facilita en el momento de hacer un seguimiento a estas. A través de la autorreflexión se puede llevar a una mayor motivación. Fortaleciendo el apoyo que reciben los estudiantes desde la universidad, sus profesores, familia y compañeros contribuye positivamente hacia las metas académicas.
- Fortalecer el desempeño académico de los estudiantes a través del desarrollo de estrategias de aprendizaje efectivas es esencial, se basa en ayudar al estudiante a planificar su tiempo, los tiempos y el manejo del estrés. En lo que tiene que ver con las estrategias cognitivas, el tomar apuntes, hacer mapas conceptuales o mentales, o técnicas de estudio(subrayado, resúmenes o diagramas). En cuanto a las estrategias metacognitivas, hacer una planificación de estudio: es enseñar a los estudiantes a establecer objetivos de estudio claros y a desarrollar estrategias de aprendizaje efectivas, realizando una autoevaluación para identificar áreas en las que necesitan mejorar, finalmente las estrategias de organización que ayudar a los estudiantes a organizar y priorizar la información de manera efectiva. El trabajo en grupo y la colaboración entre estudiantes, es fundamental. Además, Proporcionar retroalimentación regular sobre el desempeño académico, identificando áreas de mejora y ofreciendo sugerencias para el progreso. Realizar amplios esfuerzos por facilitar el acceso a recursos de apoyo, como tutorías, asesoramiento académico y servicios de biblioteca, para ayudar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, destacando la relevancia de los contenidos del curso y mostrando cómo se aplican en el mundo real.

En términos generales, esta investigación ha contribuido a comprender mejor los determinantes del rendimiento académico en el campo de la Estadística y brinda una base sólida para futuras investigaciones y para el diseño de estrategias educativas efectivas que puedan mejorar el desempeño de los estudiantes en la Universidad Santo Tomás.

6.1. Discusión

Los Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) han demostrado ser una herramienta valiosa para analizar las relaciones complejas que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. En el contexto de la educación, la comprensión de estos factores es crucial para la toma de decisiones basadas en la investigación y la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En relación con los resultados alcanzados en este estudio y el modelo teórico propuesto por Veas et al. (2015), se ha observado una falta de replicación en el contexto de los estudiantes de pregrado en la carrera de Estadística de la Universidad Santo Tomás en Bogotá. Esto pone de manifiesto la importancia de adaptar las teorías y modelos a contextos específicos, reconociendo que los factores que influyen en el rendimiento académico pueden variar según las características de la población estudiantil.

Las relaciones identificadas en este estudio merecen una reflexión más profunda. Las estrategias de aprendizaje, en particular las estrategias cognitivas y metacognitivas, han demostrado tener una contribución

significativa al rendimiento académico, lo que respalda la idea de que enseñar a los estudiantes a planificar su tiempo, regular su esfuerzo y dar un significado más profundo a su aprendizaje puede influir en sus resultados académicos. El autoconcepto se correlacionó de manera positiva con la motivación y las metas de aprendizaje, lo que sugiere que una percepción positiva de sí mismo puede impulsar la motivación y el establecimiento de metas académicas, lo que, a su vez, podría influir en el rendimiento académico. Estas conexiones revelan la complejidad de los factores que intervienen en el rendimiento de los estudiantes. Sin embargo, la falta de significación en algunas de las relaciones directas podría deberse a la limitación en el tamaño de la muestra y la naturaleza voluntaria de la participación. Esto destaca la importancia de futuras investigaciones que aborden estas limitaciones y exploren más a fondo las relaciones identificadas.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se podría considerar desarrollar modelos SEM que incluyan más indicadores en la variable endógena del rendimiento académico, además estos modelos de predicción del rendimiento académico pudiesen integrar una amplia gama de variables predictoras, personales e institucionales. Esto quizás permitiría identificar de manera más precisa cuáles factores influyen de manera significativa en el rendimiento académico en cursos de Estadística. Además, investigar posibles diferencias en función del género, la cultura o el entorno socioeconómico de los estudiantes podría proporcionar información valiosa. Otra de las consideraciones para tener en cuenta, debido al tamaño de la muestra, se podría utilizar enfoques bayesianos de los SEM e incluso pensar en tipos de muestreo, como el de muestreo por conglomerados, para realizar análisis de manera global en las instituciones de educación superior.

En suma, este estudio ha arrojado claridad sobre los determinantes del rendimiento académico en el campo de la Estadística. Sin embargo, hay un camino por recorrer, y se necesitan más investigaciones para comprender completamente la dinámica de estos factores y cómo afectan a los estudiantes en contextos específicos. Estos resultados brindan aportes valiosos para futuras investigaciones y para el diseño de estrategias educativas efectivas que puedan ayudar a fortalecer el rendimiento de los estudiantes en las instituciones de educación superior, en el caso específico de la USTA.

Referencias

- Bar, M. and Ullman, S. (1996). Spatial context in recognition. *Perception*, 25:343–52.
- Barrios Gaxiola, M. I. and Frías Armenta, M. (2016). Factores que influyen en el desarrollo y rendimiento escolar de los jóvenes de bachillerato. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(1):63 – 82.
- Bentler, P. M. (1995). *EQS structural equations program manual*, volume 6. Multivariate software Encino, CA.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*, volume 210. John Wiley & Sons.
- Brand Uribe, Y. (2021). Modelos de ecuaciones estructurales: Conceptos y aplicaciones. Master's thesis.
- Cardoso Vargas, N. (2019). Causas de deserción estudiantil en la universidad santo tomas – cau cúcuta.
- Cuéllar, Á. M. U., Arenas, J., and Calle, J. H. (2020). Relación entre los estilos de vida y autoconcepto en jóvenes universitarios (relationship between lifestyles and self-concept in young university students). *Retos*, (41):291–298.
- Espinoza Romano, V. (2018). Construcción y análisis de los coeficientes de sendero. *Acta Nova*, 8:517 – 535.
- García, F. and Musitu, G. (1999). Af5 autoconcepto forma 5 [af5: Self-concept form 5].
- Gilar-Corbi, R., Miñano, P., Veas, A., and Castejón, J.-L. (2019). Testing for invariance in a structural model of academic achievement across underachieving and non-underachieving students. *Contemporary Educational Psychology*, 59:101780.
- Gutiérrez-Monsalve, J. A., Garzón, J., and Segura-Cardona, A. M. (2021). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Formación universitaria*, 14(1):13–24.
- Hederich-Martínez, Christian Portilla Maya, S. R. d. l. y. M. L. A. D. M. (2022). Características psicométricas de la escala de autoconcepto AF5 en estudiantes universitarios de la ciudad de Manizales. *Psychologia. Avances de la Disciplina*, 16:57 – 70.
- Hernández, M. M. V. and Rojas, E. M. (2016). Factores que determinan el rendimiento académico en matemáticas en la universidad nacional de ingeniería (UNI), nicaragua: un modelo de ecuaciones estructurales. *Universitas Psychologica*, 15(4).
- Isabel M, Jeannette M, Floralba C (2011). *Rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad EAFIT, Perspectiva Cuantitativa*. Universidad EAFIT.
- Jiménez-Castuera, Ruth Cervelló-Gimeno, E. G.-C. T. S.-R. F. J. I.-G. D. (2007a). Estudio de las relaciones entre motivación, práctica deportiva extraescolar y hábitos alimenticios y de descanso en estudiantes de educación física. *International Journal of Clinical and Health Psychology*.
- Jiménez-Castuera, Ruth Cervelló-Gimeno, E. G.-C. T. S.-R. F. J. I.-G. D. (2007b). Estudio de las relaciones entre motivación, práctica deportiva extraescolar y hábitos alimenticios y de descanso en estudiantes de educación física. *International Journal of Clinical and Health Psychology*.
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
- Lau, K.-L. and Chan, D. W. (2001). Identification of underachievers in hong kong: Do different methods select different underachievers? *Educational Studies*, 27(2):187–200.

- Londoño, D. M. M., Sepúlveda, V. E. P., and Luberth, C. D. (2017). Caracterización del auto-concepto en una muestra de estudiantes universitarios de algunos programas de pregrado de la ciudad de manizales. *PSICOGENTE*, 21(39).
- LUIS FERNANDO SABOGAL TINOCO, EBLIN BARRAZA HERAS, A. H. C.-y. L. Z. (2011). 14(25).
- López, P. (2010). VARIABLES ASOCIADAS A LA GESTIÓN ESCOLAR COMO FACTORES DE CALIDAD EDUCATIVA, journal = Estudios pedagógicos (Valdivia). 36(1).
- Mai, Y., X. Z. Z. Z. . Y. K. (2022). An open source wysiwyg web application for drawing path diagrams of structural equation models.
- Masso Viatela Juliana, Romero Ospina Manuel, F. G. L. G. T. A. (2021). Cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje forma corta – mslq sf en estudiantes universitarios: análisis de la estructura interna.
- Matiz, J. L. (2012). Rendimiento académico en la perspectiva del desarrollo y bienestar del estudiante. una visión clínico psicoanalítica*. *Revista Universidad EAFIT*, 46(160).
- Nelson Guzmán–Zamora y Raúl A. Gutiérrez García, t. . M. (2020). 21(39).
- Peñalosa-Castro, Eduardo Castañeda Figueras, S. (2012). Identificación de predictores para el aprendizaje efectivo en línea. un modelo de ecuaciones estructurales. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*.
- Phillipson, S. (2008). The optimal achievement model and underachievement in hong kong: an application of the rasch model. *Psychology Science Quarterly*, 50.
- Pinzón, H. Y. R. and López, J. J. G. (2021). Un acercamiento a la correlación entre habilidades tecnológicas de los docentes y su intención de uso de la tecnología en la enseñanza en el aula. *Comunicaciones en Estadística*, 14(1):15–30.
- Portillo, M. T. E., Gómez, J. A. H., Ortega, V. E., and Moreno, G. M. (2016). Modelos de ecuaciones estructurales: Características, fases, construcción, aplicación y resultados. *Ciencia & trabajo*, 18(55):16–22.
- Quintero López, C., Daniel Gil Vera, V., Bedoya Carreño, A., Gallego Isaza, D. A., Espinosa Yepes, J. D., Gutiérrez Zapata, C., and Ardila Gómez, A. (2022). Características fonológicas en población escolar con dislexia: Un modelo de ecuaciones estructurales. *Psicogente*, 25(47):1 – 17.
- Romero-Sánchez, D. and Barrios, D. (2023). Modelo de ecuaciones estructurales para la evaluación de competencias tecnológicas en estudiantes universitarios. *TecnoLógicas*, 26(56):e2470.
- Ruiz, Miguel A. Pardo, A. S. M. R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del Psicólogo*.
- SABOGAL TINOCO, LUIS FERNANDO BARRAZA HERAS, E. H. C. A. Z. L. (2011). Validación del cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje forma corta –mslq sf, en estudiantes universitarios de una institución pública-santa marta. *Psicogente*.
- Samperio Pacheco, V. M. (2019). Structural equations in educational models: Characteristics and phases in their construction. *Apertura*, 11(1):90–103.
- Sanhueza, M. A. E. (2019). Factores exógenos: Incidencia en el rendimiento académico. *Revista Científica*, 4(Ed. Esp.):38–53.

- Silveira Pérez, Y., Sanabria Navarro, J. R., Guillen Pereira, L., de Jesús Cortina Núñez, M., and Arango Buelvas, L. J. (2023). Percepciones de la asociación de la actividad física y la calidad de vida en el rendimiento académico en universidades colombianas. / perceptions of the association of physical activity and quality of life in academic performance in colombian universities. *Retos: Nuevas Perspectivas de Educación Física, Deporte y Recreación*, 47:902 – 914.
- Solis Esteban, D. M. (2011). Metas académicas y factores motivacionales: Área inglés en alumnos de 4° años de una institución educativa pública-callao.
- Tamayo, M. et al. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.
- Teo, T. (2009). Examining the relationship between student teachers' self-efficacy beliefs and their intended uses of technology for teaching: A structural equation modeling approach. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8.
- Veas, A., Castejón, J.-L., Gilar, R., and Miñano, P. (2015). Academic achievement in early adolescence: The influence of cognitive and non-cognitive variables. *The Journal of General Psychology*, 142(4):273–294. PMID: 26649925.
- Ziegler, A. (2013). Ziegler, A. Baker, J. (2013). *Talent development as adaption: The role of educational and learning capital*. In S. Phillipson, H. Stoeger, A. Ziegler (Eds.), *Exceptionality in East-Asia: Explorations in the Actiotope model of giftedness* (pp. 18-39). London: Routledge., pages 18–39.

7. Anexos



EL COMITÉ DE ÉTICA, BIOÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, BOGOTÁ

CONCEPTUA:

Que previo análisis de la información aportada por el estudiante de maestría Victor Raul Camargo Colmenares, el Comité de Ética, Bioética e Integridad Científica de la Investigación (CEBIC) en sesión del 27 de abril de 2023 emite concepto **APROBADO SUJETO A CORRECCIONES** al proyecto de investigación: "Propuesta de un modelo de ecuaciones estructurales para explicar el rendimiento académico del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás". Se hace constar en el Acta No. 06 de 2023.

Las consideraciones del CEBIC fueron las siguientes:

- Respecto a los criterios de integridad científica se recomienda que en la metodología se haga mayor claridad en la devolución de los resultados y el plan de mejoramiento a la población participante. Respecto a la forma de recolección de información es necesario aclarar los espacios en que se aplicarán las encuestas, es decir, definir si serán de forma virtual, presencial, quiénes las aplicarán y ajustar en los documentos donde se haga referencia a este procedimiento. En caso de ser virtual se recomienda especificar si se dispondrán de dispositivos móviles o se usarán los celulares de los estudiantes.
- En el cronograma presentado, se sugiere incluir una actividad relacionada con la devolución de resultados.
- Se recomienda especificar si en la conferencia se entregarán pautas de mejora a los estudiantes para su rendimiento académico.
- Se menciona que se mantendrá la privacidad de la información, es importante especificar que no se usarán nombres o datos personales para la divulgación de resultados ni se compartirán con terceros.
- Se recomienda adjuntar permiso de aval de la institución para recolectar los datos de los estudiantes.
- Se recomienda aclarar si en el estudio participan menores de edad.
- Respecto al consentimiento informado, se solicita una autorización para realizar seguimiento requerido por el estudio, pero no se menciona en la metodología una

NIT: 650.012.357-6
SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 57 / Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9.ª n.º 51-11 / contactenos@usantotomas.edu.co
www.usta.edu.co
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10.ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co



Figura 15: Respuesta Cebic USTA, Pág. 1



etapa de seguimiento con participación de las personas estudiantes, se recomienda revisar y hacer el ajuste respectivo. Adicionalmente, se sugiere aclarar por qué hay dos formatos de consentimiento adjuntos a la propuesta, uno simplificado y uno detallado.

- Por último, se recomienda especificar la tercera casilla de aceptación del consentimiento informado "Comunicarse conmigo para invitarme a participar de otros estudios de investigación", puesto que es demasiado abierta respecto a la autorización que solicita. Se podría sugerir participar en otras investigaciones respecto al rendimiento académico en tanto es estudiante de estadística de la Universidad Santo Tomás, por ejemplo.

El presente Concepto se expide el 9 de mayo de 2023.


FRAY HERNÁN YESID RIVERA ROBERTO, O.P.
Presidente Cebic


KATHLEEN CHAVARRÍA GUZMÁN
Secretaria General Cebic

NIT: 860.012.357-6
SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PDX: (671) 587 87 07 Línea gratuita nacional: 01 8000 1111 80
Carrera 9ª n.º 51-11 / contactenos@ustasantotomas.edu.co
www.usta.edu.co
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co



Figura 16: Respuesta Cebic USTA, Pág. 2



Bogotá; Mayo 23 del 2023.

Señores
Comité de Ética Institucional de Investigación.
Universidad Santo Tomás

Asunto. Aval de la Facultad de Estadística para recoger información sobre el rendimiento académico de los estudiantes del pregrado de Estadística de la Universidad Santo Tomás".

La Facultad de Estadística de la Universidad Santo Tomás, con el objetivo de promover estudios de investigación sobre el rendimiento académico del programa de Estadística, **otorga su aval para la aplicación de cuestionarios a los estudiantes activos del pregrado de la Facultad de Estadística.** Estos cuestionarios servirán como insumo en el proyecto de grado titulado "*Propuesta de un modelo de ecuaciones estructurales para explicar el rendimiento académico del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás*", realizado por el estudiante Víctor Raúl Cámargo Colmenares, estudiante de la Maestría en Estadística Aplicada, bajo la tutoría de la profesora Lida Fonseca en la sede Bogotá de la Universidad Santo Tomás.

La Facultad de Estadística de la Universidad Santo Tomás aclara que el estudiante únicamente podrá utilizar la información con fines académicos e investigativos, obteniendo el consentimiento informado de los participantes, explicando claramente cómo se recopilarán, almacenarán y utilizarán sus datos personales. Además, los datos deben ser tratados de forma confidencial y anónima. Todos los datos recopilados en estas encuestas deben ser anonimizados para garantizar que no puedan ser asociados directamente con la identidad del estudiante. Serán analizados de forma agregada, es decir, se agruparán y se presentarán de manera conjunta, sin revelar información individual. De manera que se proteja la privacidad del participante y se garantice la confidencialidad en el procesamiento y análisis de los datos.

Es importante destacar que los resultados obtenidos serán presentados en la defensa del trabajo de grado en la Universidad Santo Tomás. La Facultad de Estadística espera que estos resultados sean de gran utilidad para desarrollar estrategias de mejora en el rendimiento de los estudiantes.



Figura 17: Carta gestión para la recopilación de información, pág. 1



Agradezco la atención prestada.


Andrés Cruz Pérez
 Decano facultad estadística aplicada.
 Universidad Santo Tomás.



Edna Carolina Moreno Lopez
 Docente coordinador Maestría en Estadística Aplicada.
 Universidad Santo Tomás.



Figura 18: Carta gestión para la recopilación de información, pág. 2

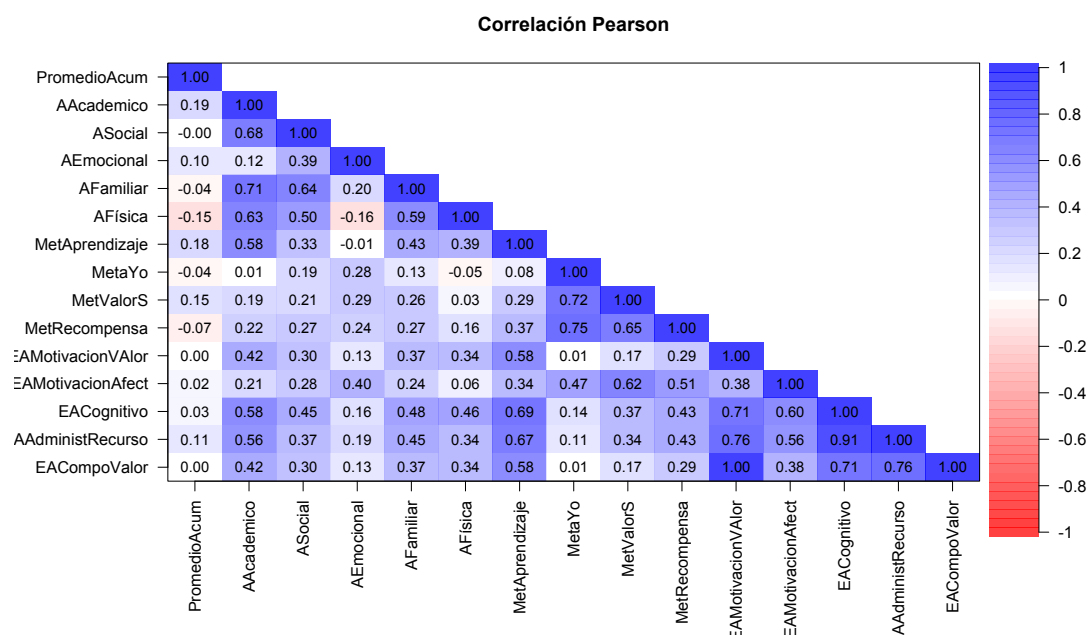


Figura 19: Matriz de correlaciones de Pearson

RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

- Por favor, lea cuidadosamente esta información sobre el estudio de investigación titulado: “Propuesta de un modelo de ecuaciones estructurales para explicar el rendimiento académico del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás”.
- Siéntase en completa libertad de preguntar al personal del estudio todo aquello que no entienda.
- Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea participar del estudio. En caso afirmativo, deberá dar aceptar.

Descripción general: Las universidades en la búsqueda de la excelencia realizan distintas investigaciones para implementar estrategias que ayuden a alcanzar altos estándares educativos. Por tal motivo, en este trabajo se busca identificar las relaciones de las variables que afectan esta situación. Se aprovechan las ventajas que representan usar modelos de ecuaciones estructurales, ya que estos combinan distintos métodos estadísticos, como el análisis factorial, análisis de senderos o caminos y la regresión múltiple, entre otros.

El propósito de esta investigación es implementar un modelo de ecuaciones estructurales a partir del autoconcepto, motivación, estrategias de aprendizaje y las metas académicas. Para esto, se plantea el siguiente interrogante: *¿Cuáles son los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás a partir de un modelo de ecuaciones estructurales?*

¿Por qué fue usted elegido para participar en este estudio? Para la investigación es importante enfocarse en estudiantes universitarios que actualmente cursan el pregrado en Estadística.

Riesgos y beneficios: su participación en la investigación es completamente voluntaria y usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio académico, no existe ningún riesgo o perjuicio académico.

¿Cómo será su participación en la investigación? La participación requiere de los siguientes procedimientos, que usted podrá libremente aceptar o rechazar:

- El lugar para realizar estos procedimientos será acordado entre el investigador y usted, en las instalaciones de la Universidad.
- Se realizarán preguntas relacionadas con el autoconcepto, estrategias de aprendizaje y metas académicas. Las respuestas serán registradas por medio de un formulario de Google Forms.

Garantías de su participación: Será completamente voluntaria y tendrá el derecho de retirarse en cualquier momento de la investigación si usted así lo desea. Igualmente, si en algún momento desea que la información que usted brinda no sea utilizada por los investigadores, lo podrá comunicar y respetaremos su decisión. Ni usted, ni otra persona involucrada en el estudio, recibirá beneficios políticos, económicos o laborales como compensación por su participación.

Manejo de los datos de investigación: La información se mantendrá bajo estricta confidencialidad y no se utilizará su nombre o cualquier otra información que pueda identificarlo personalmente.

Toda la información que se obtenga de este estudio de investigación se utilizará únicamente con el propósito que aquí se comenta. Los investigadores son los únicos autorizados para acceder a los datos que usted suministre.

Los resultados obtenidos dentro de la investigación serán informados. También podrá contactar al personal de la investigación para cualquier sugerencia o inquietud, en cualquier momento.

El lugar en que se almacenará la información será, la nube que respalda el correo institucional OneDrive, mientras dure el procesamiento de la información y finalización del proyecto de investigación a julio del año 2023.

Ley de Protección de Datos Personales: en los términos de la **Ley 1581 de 2012 de Colombia**, manifiesto expresamente que autorizo, de manera libre, previa y voluntaria, a: *Víctor Raúl Camargo* (Estudiante de la Maestría en Estadística Aplicada) bajo la tutoría de *Mag. Lida Rubiela Fonseca* (Directora del Proyecto) de la Universidad Santo Tomás en la facultad de Estadística, a dar el tratamiento de los datos suministrados por mí a través de este formulario, para que en desarrollo de sus funciones propias puedan recolectar, recaudar, almacenar, usar, circular, suprimir, procesar, intercambiar, compilar, y dar tratamiento. La información suministrada no será usada para fines comerciales, únicamente educativos; manteniéndose la privacidad de la misma, no se usarán nombres o datos personales para la divulgación de resultados ni se compartirán con terceros.

Después de haber leído el consentimiento informado, acepta los términos y condiciones para hacerse partícipe de esta investigación: Autorizo a los investigadores del estudio **“Propuesta de un modelo de ecuaciones estructurales para explicar el rendimiento académico del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás”** para:

Realizar los procedimientos descritos en este documento, necesarios para la realización del estudio de investigación. Acepto ____ No Acepto ____

Estaría dispuesto a participar en otras investigaciones respecto al rendimiento académico como estudiante de estadística de la Universidad Santo Tomás. Acepto ____ No Acepto ____

Recuerde que las respuestas que da no son correctas ni incorrectas, sea lo más sincero posible.

Responda las siguientes preguntas de caracterización:

- ¿Cuál es su edad? (en años cumplidos) _____
- ¿Cuál es su sexo? Hombre ____ Mujer ____ Otro ____
- ¿Cuál es su estrato socioeconómico? _____
- ¿Tiene rezago académico en alguna asignatura del plan de estudios? Si ____ No ____
- ¿Qué semestre cursa actualmente? _____
- ¿Cuál es su promedio acumulado del último semestre? _____
- ¿Cuál es su correo electrónico estudiantil institucional? _____

AUTOCONCEPTO FORMA 5: Este cuestionario intenta recoger sus opiniones y actitudes ante diversas cuestiones relativas a sus estudios, sus relaciones sociales, entre otras. A continuación encontrará una serie de afirmaciones. Lea cada una de ella cuidadosamente y conteste según su grado de acuerdo o desacuerdo con cada frase. Recuerde que las respuestas que da no son correctas ni incorrectas, sea lo más sincero posible en cada una de las afirmaciones.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo, ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Hago bien los trabajos escolares y académicos.					
2.Hago fácilmente amigos.					
3. Tengo miedo de algunas cosas.					
4. Soy muy criticado en casa.					
5. Me cuido físicamente.					
6. Mis profesores me consideran un buen estudiante.					
7. Soy una persona amigable.					
8. Muchas cosas me ponen nervioso.					
9. Me siento feliz en casa.					
10. Me buscan para realizar actividades deportivas.					
11. Trabajo mucho en clase.					
12. Es difícil para mí hacer amigos.					
13. Me asusto con facilidad					
14. Mi familia está decepcionada de mí.					
15. Me considero elegante.					
16. Mis profesores me estiman.					
17. Soy una persona alegre.					
18. Cuando los mayores me dicen algo me pongo muy nervioso.					
19. Mi familia me ayudaría en cualquier tipo de problema.					
20. Me gusta como soy físicamente.					

21. Soy un buen estudiante.					
22. Me cuesta hablar con desconocidos.					
23. Me pongo nervioso cuando me pregunta el profesor					
24. Mis padres me dan confianza.					
25. Soy bueno haciendo deporte.					
26. Mis superiores me consideran inteligente y trabajador					
27. Tengo muchos amigos.					
28. Me siento nervioso.					
29. Me siento querido por mis padres					
30. Soy una persona atractiva					

Cuestionario para la Evaluación de Metas Académicas (C.M.A-II): Permite conocer cuáles son los principales motivos por los que los estudiantes en general se esfuerzan en su trabajo académico. Recuerde que las respuestas que da no son correctas ni incorrectas, sea lo más sincero posible en cada una de las preguntas. A continuación encontrará una serie de frases. Lea cada una de ella cuidadosamente y conteste una de las opciones indicadas: Nunca, Casi nunca, Algunas veces, Casi siempre y Siempre.

Ítem	Nunca	Casi nunca	Algunas Veces	Casi Siempre	Siempre
1. Me esfuerzo en mis estudios porque la realización de las tareas académicas me permiten incrementar mis conocimientos.					
2. Me esfuerzo en mis estudios porque los aprendizajes que realizo me permiten ser más competente.					
3. Me esfuerzo en mis estudios porque cuanto más aprenda mejor profesional seré.					
4. Me esfuerzo en mis estudios porque me gusta lo que estudio.					
5. Me esfuerzo en mis estudios porque disfruto con lo que aprendo.					
6. Me esfuerzo en mis estudios porque me resulta muy interesante lo que estudio.					

7. Me esfuerzo en mis estudios porque cuanto más aprendo más autónomo soy.					
8. Me esfuerzo en mis estudios porque aprender me posibilita ser más independiente.					
9. Me esfuerzo en mis estudios porque cuanto más sé mayor sensación de control tengo.					
10. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero tener uno de los mejores expedientes de mi promoción.					
11. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo sentirme orgulloso ante las personas que más me importan.					
12. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero que todos vean lo inteligente y voluntario que soy.					
13. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero sentirme humillado ante las personas que más me importan.					
14. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo tener que avergonzarme de mí mismo.					
15. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero que las personas que más me importan se avergüencen de mí.					
16. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo que las personas que más me importan se sientan orgullosas de mí.					
17. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo dar una imagen de fracasado ante las personas importantes para mí.					
18. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo ser alabado por mis padres					
19. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero ser valorado por mis amigos.					
20. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero que mis profesores me tengan manía(obsesión) por mis malas notas					

21. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo evitar el rechazo de mis padres.					
22. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero perder el respeto de las personas importantes para mí.					
23. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero que mis compañeros se burlen de mí.					
24. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo que los profesores me tengan aversión (rechazo).					
25. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo ser elogiado por mis padres, profesores y amigos.					
26. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo obtener alguna recompensa de mis padres.					
27. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero obtener algo importante que depende de mis notas en los estudios.					
28. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo evitar los castigos que recibiría si no obtengo buenos resultados.					
29. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero evitar los enfrentamientos con mis padres.					
30. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero evitar consecuencias negativas para mí debido a un insuficiente rendimiento					
31. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero perder algo de lo que ahora disfruto (pagas, salidas, etc.).					
32. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero conseguir un buen trabajo en el futuro.					
33. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero conseguir una buena posición social en el futuro.					
34. Me esfuerzo en mis estudios porque en el futuro no me gustaría engrosar las listas del paro.					
35. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo perderme la oportunidad de disfrutar en el futuro de un trabajo importante.					

36. Generalmente, no me esfuerzo en clase si veo que quedaré como un estúpido.					
37. Evito trabajar en clase si veo que seré el que peor lo haga.					
38. Si veo que puedo fracasar en un examen, trabajo, etc., suelo no esforzarme desde el principio.					
39. Es muy importante para mí no sentirme un estúpido en clase.					
40. Creo que suelo evitar implicarme en aquellas tareas que pudieran hacerme quedar como incapaz.					
41. Sólo participo en las actividades de clase que me permiten quedar en el grupo de los mejores.					
42. Evito esforzarme en aquellas tareas que creo que no seré capaz de hacerlas bien.					

Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje, Forma Corta – MSLQ SF: Este instrumento permite abordar de manera aspectos afectivos motivacionales y cognitivos (estrategias) del aprendizaje académico. A continuación encontrará una serie de frases. Lea cada una de ella cuidadosamente y conteste de la siguiente forma: Nunca, Raramente , A veces ,Casi Siempre y Siempre.

Ítem	Nunca	Raramente	Algunas Veces	Casi Siempre	Siempre
1. Intento ajustar mis métodos de estudio para cumplir con los requisitos de la asignatura.					
2. Me aseguro de continuar con las lecturas y asignaciones semanales para este curso.					
3. Cuando realizo un parcial me comparo con mis compañeros.					
4. Al leer para esta clase, intento relacionar el material con lo que ya sé.					
5. Al estudiar las lecturas para esta asignatura resalto el material para organizar mis ideas.					
6. Intento buscar apoyo en evidencias cuando en clase se					

presenta una lectura, teoría o conclusión.					
7. Cuando estoy confundido sobre algo que estoy leyendo para esta clase, leo de nuevo y trato de aclararlo.					
8. Generalmente prefiero ir a un lugar donde pueda concentrarme en mi estudio.					
9. Me esfuerzo en hacer bien los trabajos académicos a pesar de que no me guste.					
10. Prefiero el material de la clase que despierta mi curiosidad, aunque sea difícil de aprender.					
11. Pienso que el material de la asignatura es útil para adquirir conocimiento.					
12. Cuando realizo un examen pienso en las consecuencias de equivocarme.					
13. Al estudiar para la asignatura resumo las ideas principales de las lecturas y de la clase.					
14. Cuando estudio para la asignatura repaso las lecturas y mis apuntes, encontrando las ideas más importantes.					
15. Cada vez que abordo un tema intento pensar en el por qué lo debo aprender.					
16. Generalmente me desenvuelvo adecuadamente en los temas de la asignatura.					
17. Reviso a menudo el orden del material de la asignatura antes de estudiar.					
18. Cuando estudio para la clase, establezco objetivos para dirigir mis actividades durante cada período del estudio.					
19. Entender todos los contenidos de esta clase me parece lo más satisfactorio.					
20. En pocas ocasiones encuentro una hora para repasar mis apuntes o lecturas antes de un examen.					

21. Me siento muy inquieto cuando realizo un examen.					
22. Intento entender el material de esta clase haciendo conexiones entre lo aprendido y las lecturas.					
23. Cuando estudio para esta asignatura repaso mis apuntes.					
24. Relaciono mis ideas con lo que estoy aprendiendo en esta asignatura.					
25. Al estudiar para esta asignatura intento determinar qué conceptos no entiendo bien.					
26. Es difícil para mí adaptarme a un horario de estudio.					
27. Me esfuerzo en trabajar en los materiales del curso a pesar de que sean aburridos.					
28. Para mí es importante entender el contenido de esta asignatura.					
29. Siento que mi corazón se acelera cuando realizo un examen.					
30. Intento aplicar lo aprendido en la asignatura en otras actividades de la clase tales como exposiciones o debates.					
31. Siempre que hay una afirmación o conclusión en esta clase, pienso en las alternativas.					
32. Me cuestiono para estar seguro de que entendí lo que he estado estudiando en la clase.					
33. Ya sea en la casa o en la universidad, tengo un lugar fijo para estudiar.					
34. En una clase que me gusta, prefiero el material que me desafía para aprender nuevas cosas.					
35. Me interesa el área a la cual pertenece esta asignatura.					
36. Desarrollo mis propias ideas a partir del material del curso.					
37. Si los materiales del curso son difíciles de entender, busco alternativas.					

38. Manejo adecuadamente el tiempo de estudio para esta asignatura.					
39. Si tomo apuntes desordenados en clase me aseguro de ordenarlos después.					
40. Cuando estudio para esta asignatura realizo un bosquejo, diagrama, mapa mental o similar, para los conceptos importantes.					

Fin del Cuestionario
¡Muchas gracias por su participación!

RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

- Por favor, lea cuidadosamente esta información sobre el estudio de investigación titulado: “Propuesta de un modelo de ecuaciones estructurales para explicar el rendimiento académico del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás”.
- Siéntase en completa libertad de preguntar al personal del estudio todo aquello que no entienda.
- Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea participar del estudio. En caso afirmativo, deberá dar aceptar.

Descripción general: Las universidades en la búsqueda de la excelencia realizan distintas investigaciones para implementar estrategias que ayuden a alcanzar altos estándares educativos. Por tal motivo, en este trabajo se busca identificar las relaciones de las variables que afectan esta situación. Se aprovechan las ventajas que representan usar modelos de ecuaciones estructurales, ya que estos combinan distintos métodos estadísticos, como el análisis factorial, análisis de senderos o caminos y la regresión múltiple, entre otros.

El propósito de esta investigación es implementar un modelo de ecuaciones estructurales a partir del autoconcepto, motivación, estrategias de aprendizaje y las metas académicas. Para esto, se plantea el siguiente interrogante: *¿Cuáles son los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás a partir de un modelo de ecuaciones estructurales?*

¿Por qué fue usted elegido para participar en este estudio? Para la investigación es importante enfocarse en estudiantes universitarios que actualmente cursan el pregrado en Estadística.

Riesgos y beneficios: su participación en la investigación es completamente voluntaria y usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio académico, no existe ningún riesgo o perjuicio académico.

¿Cómo será su participación en la investigación? La participación requiere de los siguientes procedimientos, que usted podrá libremente aceptar o rechazar:

- El lugar para realizar estos procedimientos será acordado entre el investigador y usted, en las instalaciones de la Universidad.
- Se realizarán preguntas relacionadas con el autoconcepto, estrategias de aprendizaje y metas académicas. Las respuestas serán registradas por medio de un formulario de Google Forms.

Garantías de su participación: Será completamente voluntaria y tendrá el derecho de retirarse en cualquier momento de la investigación si usted así lo desea. Igualmente, si en algún momento desea que la información que usted brinda no sea utilizada por los investigadores, lo podrá comunicar y respetaremos su decisión. Ni usted, ni otra persona involucrada en el estudio, recibirá beneficios políticos, económicos o laborales como compensación por su participación.

Manejo de los datos de investigación: La información se mantendrá bajo estricta confidencialidad y no se utilizará su nombre o cualquier otra información que pueda identificarlo personalmente.

Toda la información que se obtenga de este estudio de investigación se utilizará únicamente con el propósito que aquí se comenta. Los investigadores son los únicos autorizados para acceder a los datos que usted suministre.

Los resultados obtenidos dentro de la investigación serán informados. También podrá contactar al personal de la investigación para cualquier sugerencia o inquietud, en cualquier momento.

El lugar en que se almacenará la información será, la nube que respalda el correo institucional OneDrive, mientras dure el procesamiento de la información y finalización del proyecto de investigación a julio del año 2023.

Ley de Protección de Datos Personales: en los términos de la **Ley 1581 de 2012 de Colombia**, manifiesto expresamente que autorizo, de manera libre, previa y voluntaria, a: *Víctor Raúl Camargo* (Estudiante de la Maestría en Estadística Aplicada) bajo la tutoría de *Mag. Lida Rubiela Fonseca* (Directora del Proyecto) de la Universidad Santo Tomás en la facultad de Estadística, a dar el tratamiento de los datos suministrados por mí a través de este formulario, para que en desarrollo de sus funciones propias puedan recolectar, recaudar, almacenar, usar, circular, suprimir, procesar, intercambiar, compilar, y dar tratamiento. La información suministrada no será usada para fines comerciales, únicamente educativos; manteniéndose la privacidad de la misma, no se usarán nombres o datos personales para la divulgación de resultados ni se compartirán con terceros.

Después de haber leído el consentimiento informado, acepta los términos y condiciones para hacerse partícipe de esta investigación: Autorizo a los investigadores del estudio “**Propuesta de un modelo de ecuaciones estructurales para explicar el rendimiento académico del programa de Estadística de la Universidad Santo Tomás**” para:

Realizar los procedimientos descritos en este documento, necesarios para la realización del estudio de investigación. Acepto ____ No Acepto ____

Estaría dispuesto a participar en otras investigaciones respecto al rendimiento académico como estudiante de estadística de la Universidad Santo Tomás. Acepto ____ No Acepto ____

Recuerde que las respuestas que da no son correctas ni incorrectas, sea lo más sincero posible.

Responda las siguientes preguntas de caracterización:

- ¿Cuál es su edad? (en años cumplidos) _____
- ¿Cuál es su sexo? Hombre ____ Mujer ____ Otro ____
- ¿Cuál es su estrato socioeconómico? _____
- ¿Tiene rezago académico en alguna asignatura del plan de estudios? Si ____ No ____
- ¿Qué semestre cursa actualmente? _____
- ¿Cuál es su promedio acumulado del último semestre? _____
- ¿Cuál es su correo electrónico estudiantil institucional? _____

AUTOCONCEPTO FORMA 5: Este cuestionario intenta recoger sus opiniones y actitudes ante diversas cuestiones relativas a sus estudios, sus relaciones sociales, entre otras. A continuación encontrará una serie de afirmaciones. Lea cada una de ella cuidadosamente y conteste según su grado de acuerdo o desacuerdo con cada frase. Recuerde que las respuestas que da no son correctas ni incorrectas, sea lo más sincero posible en cada una de las afirmaciones.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo, ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Hago bien los trabajos escolares y académicos.					
2.Hago fácilmente amigos.					
3. Tengo miedo de algunas cosas.					
4. Soy muy criticado en casa.					
5. Me cuido físicamente.					
6. Mis profesores me consideran un buen estudiante.					
7. Soy una persona amigable.					
8. Muchas cosas me ponen nervioso.					
9. Me siento feliz en casa.					
10. Me buscan para realizar actividades deportivas.					
11. Trabajo mucho en clase.					
12. Es difícil para mí hacer amigos.					
13. Me asusto con facilidad					
14. Mi familia está decepcionada de mí.					
15. Me considero elegante.					
16. Mis profesores me estiman.					
17. Soy una persona alegre.					
18. Cuando los mayores me dicen algo me pongo muy nervioso.					
19. Mi familia me ayudaría en cualquier tipo de problema.					
20. Me gusta como soy físicamente.					

21. Soy un buen estudiante.					
22. Me cuesta hablar con desconocidos.					
23. Me pongo nervioso cuando me pregunta el profesor					
24. Mis padres me dan confianza.					
25. Soy bueno haciendo deporte.					
26. Mis superiores me consideran inteligente y trabajador					
27. Tengo muchos amigos.					
28. Me siento nervioso.					
29. Me siento querido por mis padres					
30. Soy una persona atractiva					

Cuestionario para la Evaluación de Metas Académicas (C.M.A-II): Permite conocer cuáles son los principales motivos por los que los estudiantes en general se esfuerzan en su trabajo académico. Recuerde que las respuestas que da no son correctas ni incorrectas, sea lo más sincero posible en cada una de las preguntas. A continuación encontrará una serie de frases. Lea cada una de ella cuidadosamente y conteste una de las opciones indicadas: Nunca, Casi nunca, Algunas veces, Casi siempre y Siempre.

Ítem	Nunca	Casi nunca	Algunas Veces	Casi Siempre	Siempre
1. Me esfuerzo en mis estudios porque la realización de las tareas académicas me permiten incrementar mis conocimientos.					
2. Me esfuerzo en mis estudios porque los aprendizajes que realizo me permiten ser más competente.					
3. Me esfuerzo en mis estudios porque cuanto más aprenda mejor profesional seré.					
4. Me esfuerzo en mis estudios porque me gusta lo que estudio.					
5. Me esfuerzo en mis estudios porque disfruto con lo que aprendo.					
6. Me esfuerzo en mis estudios porque me resulta muy interesante lo que estudio.					

7. Me esfuerzo en mis estudios porque cuanto más aprendo más autónomo soy.					
8. Me esfuerzo en mis estudios porque aprender me posibilita ser más independiente.					
9. Me esfuerzo en mis estudios porque cuanto más sé mayor sensación de control tengo.					
10. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero tener uno de los mejores expedientes de mi promoción.					
11. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo sentirme orgulloso ante las personas que más me importan.					
12. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero que todos vean lo inteligente y voluntario que soy.					
13. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero sentirme humillado ante las personas que más me importan.					
14. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo tener que avergonzarme de mí mismo.					
15. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero que las personas que más me importan se avergüencen de mí.					
16. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo que las personas que más me importan se sientan orgullosas de mí.					
17. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo dar una imagen de fracasado ante las personas importantes para mí.					
18. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo ser alabado por mis padres					
19. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero ser valorado por mis amigos.					
20. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero que mis profesores me tengan manía(obsesión) por mis malas notas					

21. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo evitar el rechazo de mis padres.					
22. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero perder el respeto de las personas importantes para mí.					
23. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero que mis compañeros se burlen de mí.					
24. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo que los profesores me tengan aversión (rechazo).					
25. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo ser elogiado por mis padres, profesores y amigos.					
26. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo obtener alguna recompensa de mis padres.					
27. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero obtener algo importante que depende de mis notas en los estudios.					
28. Me esfuerzo en mis estudios porque deseo evitar los castigos que recibiría si no obtengo buenos resultados.					
29. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero evitar los enfrentamientos con mis padres.					
30. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero evitar consecuencias negativas para mí debido a un insuficiente rendimiento					
31. Me esfuerzo en mis estudios porque no quiero perder algo de lo que ahora disfruto (pagas, salidas, etc.).					
32. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero conseguir un buen trabajo en el futuro.					
33. Me esfuerzo en mis estudios porque quiero conseguir una buena posición social en el futuro.					
34. Me esfuerzo en mis estudios porque en el futuro no me gustaría engrosar las listas del paro.					
35. Me esfuerzo en mis estudios porque no deseo perderme la oportunidad de disfrutar en el futuro de un trabajo importante.					

36. Generalmente, no me esfuerzo en clase si veo que quedaré como un estúpido.					
37. Evito trabajar en clase si veo que seré el que peor lo haga.					
38. Si veo que puedo fracasar en un examen, trabajo, etc., suelo no esforzarme desde el principio.					
39. Es muy importante para mí no sentirme un estúpido en clase.					
40. Creo que suelo evitar implicarme en aquellas tareas que pudieran hacerme quedar como incapaz.					
41. Sólo participo en las actividades de clase que me permiten quedar en el grupo de los mejores.					
42. Evito esforzarme en aquellas tareas que creo que no seré capaz de hacerlas bien.					

Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje, Forma Corta – MSLQ SF: Este instrumento permite abordar de manera aspectos afectivos motivacionales y cognitivos (estrategias) del aprendizaje académico. A continuación encontrará una serie de frases. Lea cada una de ella cuidadosamente y conteste de la siguiente forma: Nunca, Raramente , A veces ,Casi Siempre y Siempre.

Ítem	Nunca	Raramente	Algunas Veces	Casi Siempre	Siempre
1. Intento ajustar mis métodos de estudio para cumplir con los requisitos de la asignatura.					
2. Me aseguro de continuar con las lecturas y asignaciones semanales para este curso.					
3. Cuando realizo un parcial me comparo con mis compañeros.					
4. Al leer para esta clase, intento relacionar el material con lo que ya sé.					
5. Al estudiar las lecturas para esta asignatura resalto el material para organizar mis ideas.					
6. Intento buscar apoyo en evidencias cuando en clase se					

presenta una lectura, teoría o conclusión.					
7. Cuando estoy confundido sobre algo que estoy leyendo para esta clase, leo de nuevo y trato de aclararlo.					
8. Generalmente prefiero ir a un lugar donde pueda concentrarme en mi estudio.					
9. Me esfuerzo en hacer bien los trabajos académicos a pesar de que no me guste.					
10. Prefiero el material de la clase que despierta mi curiosidad, aunque sea difícil de aprender.					
11. Pienso que el material de la asignatura es útil para adquirir conocimiento.					
12. Cuando realizo un examen pienso en las consecuencias de equivocarme.					
13. Al estudiar para la asignatura resumo las ideas principales de las lecturas y de la clase.					
14. Cuando estudio para la asignatura repaso las lecturas y mis apuntes, encontrando las ideas más importantes.					
15. Cada vez que abordo un tema intento pensar en el por qué lo debo aprender.					
16. Generalmente me desenvuelvo adecuadamente en los temas de la asignatura.					
17. Reviso a menudo el orden del material de la asignatura antes de estudiar.					
18. Cuando estudio para la clase, establezco objetivos para dirigir mis actividades durante cada período del estudio.					
19. Entender todos los contenidos de esta clase me parece lo más satisfactorio.					
20. En pocas ocasiones encuentro una hora para repasar mis apuntes o lecturas antes de un examen.					

21. Me siento muy inquieto cuando realizo un examen.					
22. Intento entender el material de esta clase haciendo conexiones entre lo aprendido y las lecturas.					
23. Cuando estudio para esta asignatura repaso mis apuntes.					
24. Relaciono mis ideas con lo que estoy aprendiendo en esta asignatura.					
25. Al estudiar para esta asignatura intento determinar qué conceptos no entiendo bien.					
26. Es difícil para mí adaptarme a un horario de estudio.					
27. Me esfuerzo en trabajar en los materiales del curso a pesar de que sean aburridos.					
28. Para mí es importante entender el contenido de esta asignatura.					
29. Siento que mi corazón se acelera cuando realizo un examen.					
30. Intento aplicar lo aprendido en la asignatura en otras actividades de la clase tales como exposiciones o debates.					
31. Siempre que hay una afirmación o conclusión en esta clase, pienso en las alternativas.					
32. Me cuestiono para estar seguro de que entendí lo que he estado estudiando en la clase.					
33. Ya sea en la casa o en la universidad, tengo un lugar fijo para estudiar.					
34. En una clase que me gusta, prefiero el material que me desafía para aprender nuevas cosas.					
35. Me interesa el área a la cual pertenece esta asignatura.					
36. Desarrollo mis propias ideas a partir del material del curso.					
37. Si los materiales del curso son difíciles de entender, busco alternativas.					

38. Manejo adecuadamente el tiempo de estudio para esta asignatura.					
39. Si tomo apuntes desordenados en clase me aseguro de ordenarlos después.					
40. Cuando estudio para esta asignatura realizo un bosquejo, diagrama, mapa mental o similar, para los conceptos importantes.					

Fin del Cuestionario
¡Muchas gracias por su participación!