



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería de Calidad y Productividad

Impacto del perfil socioeconómico y la integración en el índice de reprobación, caso de la Facultad de Ingeniería

Tesis

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

Presenta

Yurixhi Andaya Hernández

Dirigido por:

C. Dr. Eric Leonardo Huerta Manzanilla

C. Dr. Eric Leonardo Huerta Manzanilla  
Presidente

M.I. Javier García Pérez  
Secretario

M.I. Guillermo Hiyane Nashiro  
Vocal

M.I. Edwin Geovanny Vergara Ayala  
Suplente

M.I. Arturo Escoto García  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Diciembre, 2020  
México

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, al Gran Arquitecto del Universo, por la vida y la fuerza para llegar a este momento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca para realizar los estudios de posgrado de tiempo completo.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por abrirme sus puertas para realizar este posgrado, así como por el apoyo moral y económico.

Al M.I. Eric Leonardo Huerta Manzanilla, director de esta tesis, por su apoyo, conocimiento, asesoría y tiempo dedicado a esta investigación. Agradezco enteramente su confianza en mi persona y las oportunidades que me ha brindado para complementar mi crecimiento profesional y personal.

A los M.I. Javier García, Guillermo Hiyane, Arturo Escoto y Edwin Geovanny Vergara por sus comentarios, revisiones y disponibilidad para el desarrollo de este trabajo.

A todos los profesores de la maestría, por compartir sus conocimientos y experiencia siempre enriquecedora.

A mis compañeros de generación Edith, Charlie y Denzel, quienes se convirtieron en familia. Gracias por todo lo que me han enseñado como personas, como profesionales y como amigos. Gracias por el tiempo y las experiencias compartidas. Agradezco a la vida por haber coincidido con ustedes en este camino. Los quiero mucho.

A mis compañeros de otras generaciones Pepe, Chava, El Alan, Sandy y David por su invaluable amistad, complicidad y por todas las aventuras vividas. Las risas no faltaron.

A mis amigos de toda la vida Bicho, Gordi, Cin, Cyndi, Adri y Dany por sus palabras de aliento, por su amor y por su apoyo incondicional en cada proyecto de mi vida.

A mis roomates Clau, María Inés y Ale, por todo su apoyo, soporte emocional y paciencia infinita. Sé que muchas noches de desvelo fueron compartidas.

A mi sensei godínez, Genaro Vallejo, porque comenzar esta aventura no hubiera sido posible sin tu amor y apoyo. Gracias por tocar mi vida y compartir el brillo de tu enorme corazón.

A Juan Javier Valdez, por alcanzarme al final de este camino y ser mi compañero y apoyo incondicional. Gracias por compartirme la belleza de tu alma y corazón.

A mis papás, por creer en mis sueños, sostenerme y acompañarme siempre en el camino por conseguirlos. Esto no hubiera sido posible sin su apoyo, comprensión y amor incondicional. Ustedes son mi ejemplo y el motor de mi vida. Los amo infinitamente.

A mis hermanas Ileri y Yunuén, por su complicidad, amor y compañía en cada paso y en cada historia, aún a la distancia. Su amor es mi fortaleza.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	4
2.1 DESEMPEÑO ACADÉMICO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS.....	4
2.2 DESEMPEÑO ACADÉMICO EN INGENIERÍA .....	5
2.3 FACTORES DE LA REPROBACIÓN .....	7
2.4 PREDICCIÓN DE LA REPROBACIÓN .....	13
III. HIPÓTESIS .....	21
IV. OBJETIVOS .....	21
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	21
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	21
V. METODOLOGÍA.....	22
5.1 PARTICIPANTES.....	22
5.2 MUESTRA .....	22
5.3 INSTRUMENTOS.....	22
5.4 PROCEDIMIENTO .....	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
6.1 RECOLECCIÓN DE DATOS. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.....	46
6.2 ANÁLISIS PRELIMINAR .....	49
VII. CONCLUSIONES PARCIALES .....	74
VIII. REFERENCIAS.....	76
IX. ANEXOS.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de integración.....	23
Tabla 2. Categorías del perfil socioeconómico .....	25
Tabla 3. Definición de las variables de estudio .....	27
Tabla 4. Instrumento original y su traducción al español .....	29
Tabla 5. Variables originales y variables finales .....	31
Tabla 6. Operacionalización de las variables, prueba 1.....	32
Tabla 7. Operacionalización de las variables, prueba 2.....	33
Tabla 8. Operacionalización de las variables, prueba 3.....	34
Tabla 9. Operacionalización de las variables, prueba 4.....	36
Tabla 10. Criterios de cambio de variables .....	37
Tabla 11. Participantes y porcentajes de reprobación reportados, por prueba.....	46
Tabla 12. Distribución del NSE de los participantes .....	47
Tabla 13. Distribución del nivel de integración de los participantes .....	48
Tabla 14. Valores alfa de Cronbach, prueba 1 .....	49
Tabla 15. Valores alfa de Cronbach, prueba 2 .....	50
Tabla 16. Valores alfa de Cronbach, prueba 3 .....	51
Tabla 17. Valores alfa de Cronbach, prueba 4 .....	51
Tabla 18. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 1 .....	52
Tabla 19. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 2.....	53

Tabla 20. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 3.....	53
Tabla 21. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 4.....	54
Tabla 22. Resumen del modelo de regresión logística .....	54
Tabla 23. Tabla de clasificación.....	55
Tabla 24. Odds ratio y efectos marginales.....	55
Tabla 25. Pruebas de KMO y esfericidad de Bartlett .....	57
Tabla 26. Comunalidades .....	57
Tabla 27. Varianza total explicada.....	59
Tabla 28. Matriz de componente.....	60
Tabla 29. Normalización de las variables independientes .....	62
Tabla 30. Matriz de componente para ponderación.....	63
Tabla 31. Resumen del modelo recalculado de regresión logística.....	65
Tabla 32. Tabla de clasificación.....	65
Tabla 33. Inventario de variables .....	67
Tabla 34. Matriz de influencia .....	69
Tabla 35. Motricidad y dependencia .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de interacción de Vincent Tinto.....	10
Figura 2. Etapas de la investigación .....	25
Figura 3. Procedimiento de integración del instrumento de medición.....	26
Figura 4. Porcentaje de reprobación reportado, por prueba y carrera .....	46
Figura 5. Nivel socioeconómico, por prueba .....	47
Figura 6. Niveles de integración por prueba .....	48
Figura 7. Curva ROC .....	64
Figura 8. Curva ROC de comprobación.....	65
Figura 9. Mapa de influencia por dependencia directa .....	72

## RESUMEN

La reprobación escolar es un problema antiguo y complejo, resultado de la interacción de diversos factores. Estos abarcan desde el contexto personal e individual hasta el nivel social y cultural de un individuo. Para lograr la implementación de medidas que contrarresten este problema, las investigaciones en este ámbito se han enfocado en el estudio de los principales factores que dan origen a este fenómeno. En el ámbito educativo la intervención de dichos factores ha sido una estrategia ampliamente estudiada.

La formación de ingenieros en la Universidad Autónoma de Querétaro, a lo largo de los años, ha enfrentado este fenómeno en cada uno de los periodos escolares. Por tal motivo, el nivel de reprobación, especialmente en los primeros semestres se ha posicionado como un tema de interés para esta institución de nivel superior. La Facultad de Ingeniería comprometida con apoyar a sus estudiantes, se encuentra en una búsqueda continua de programas y actividades que coadyuven a mejorar el desempeño académico de sus estudiantes.

A partir del trabajo desarrollado en distintas investigaciones y el planteamiento de modelos teóricos, el perfil socioeconómico y la integración académica se han posicionado como notables predictores de la reprobación.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un índice que permita predecir la reprobación, con base en el perfil socioeconómico y la integración académica de los alumnos de los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. A partir de la implementación de esta herramienta, se espera promover el desarrollo de programas de prevención y apoyo para aquellos estudiantes que, de acuerdo con el índice, tengan un mayor riesgo de reprobación.

**Palabras clave:** educación en ingeniería, desempeño académico, perfil socioeconómico, integración académica, desempeño del estudiante

## **ABSTRACT**

The rate of school failure is an old and complex problem that is the result of the interaction of various factors that range from the personal and individual context to the social and cultural level of an individual. In the search to find and implement measures to counteract this problem, determining the main factors that influence it and intervening in them has been a strategy widely studied by researchers in the educational field. The training of engineers at the Autonomous University of Querétaro over the years has faced this phenomenon in each of the school periods. For this reason, the level of failure - especially in the first semesters - has positioned itself as a topic of interest for this higher level institution, which is committed to supporting its students, is in a continuous search for programs and activities that contribute to improve the academic performance of its students.

Based on the work carried out in different investigations and the theoretical model approach, the socioeconomic profile and integration have positioned themselves as notable predictors of reprobation.

The aim of the present work is to develop an index that allows predicting the rejection based on the socioeconomic profile and the integration of the students in the programs of the Faculty of Engineering of the Autonomous University of Querétaro that, from its implementation allows the development of programs preventive and support for those students who according to the index have a higher risk of failure.

**(Keywords:** engineering education, academic performance, socioeconomic profile, academic integration, student performance)

## I. INTRODUCCIÓN

La educación es una de las actividades de mayor interés social. A través del tiempo y con el continuo avance científico y tecnológico, los procesos educativos han adquirido cierto nivel de complejidad. Esto ha llevado a los investigadores a realizar estudios en todos los niveles educativos que permitan atender las diferentes problemáticas educativas observadas en el desarrollo de los estudiantes y de las instituciones. En estos estudios se ha identificado que uno de los problemas más complejos y frecuentes que enfrentan las instituciones de educación superior es la reprobación, sin embargo, a pesar de que la reprobación es un tema ampliamente estudiado, lograr su comprensión y disminución no es un reto sencillo.

La formación de ingenieros debido a su amplio campo disciplinar, tiene características y retos particulares que enfrentar, contándose entre los más elementales la comprensión y la disminución de los niveles de reprobación de sus estudiantes. En este sentido, al hablarse de altas tasas de reprobación y deserción en los programas de ingeniería, algunas investigaciones han reportado que estos fenómenos han tenido un importante impacto social que se ha reflejado como una escasez generalizada de profesionales de esta área. Debido a esto, la investigación educativa en este campo se encuentra en una búsqueda constante de alternativas para su estudio y comprensión.

El programa de Ingeniería de Calidad y Productividad de la Universidad Autónoma de Querétaro, siendo consecuente con esta realidad, y buscando generar alternativas que permitan entender este fenómeno e influir en su disminución, propone esta investigación con la que se pretende desarrollar un índice para predecir la reprobación. La construcción del índice se sustenta en el empleo de herramientas estadísticas que den como resultado un índice robusto y pertinente, que constituya un indicador útil que permitirá proponer acciones preventivas en etapas tempranas de la formación de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro desde hace más de 60 años se ha comprometido con la formación integral de “capital humano capaz, en cada una de las áreas que cubre la Facultad, para el ejercicio profesional ético, con capacidad de liderazgo, emprendedor, competitivo e innovador con compromiso social”, tal como se expresa en su misión.

De acuerdo con datos del INEGI, en México existen más de trescientas escuelas y facultades que ofrecen programas de ingeniería. En estos espacios la formación de ingenieros se desarrolla en contextos diversos y con múltiples retos; hecho que con base en el último Informe de Labores (2012-2018) de la Secretaría de Educación Pública, se refleja con la presencia del fenómeno de reprobación como una constante en cada uno de los ciclos escolares. Por tal motivo, el nivel de reprobación se ha colocado entre los indicadores de principal interés para las instituciones educativas.

Actualmente, se ha identificado un nivel general de reprobación aproximado al 30% en los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, siendo los primeros semestres en los que existe un mayor número de alumnos que fallan en sus cursos. Debido a esto, se propone la construcción de un índice predictivo que partiendo del perfil socioeconómico- integración académica permita reconocer a los alumnos con mayor probabilidad de presentarse ante un evento de reprobación durante los primeros semestres de los programas de la facultad.

Se espera que la aportación principal sea la implementación de este índice como una herramienta para incidir con acciones de manera temprana en los alumnos y grupos que presenten una alta probabilidad de atravesar eventos de reprobación a lo largo de su trayectoria escolar dentro de la Facultad de Ingeniería.

Por lo anterior, se espera proveer beneficios académicos e institucionales. Académicos, tanto para los docentes como para los estudiantes, ya que, contar con un modelo de predicción permitirá prever el desempeño que tendrán los estudiantes en los primeros semestres de la

carrera y esta información ofrecerá numerosas oportunidades para la toma de decisiones basada en acciones preventivas; esto permitirá enfocar esfuerzos en aquellos alumnos que, de acuerdo con el modelo, presentarán mayores dificultades en su trayectoria dentro de la Facultad de Ingeniería. Institucionales, para autoridades académicas, dado que al identificar los factores de riesgo se pueden prever las situaciones que se podrían presentar en el futuro y conocer aquellas situaciones que podrían devenir en resultados no deseados, y esto brinda la oportunidad de intervenir oportunamente.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## II. ANTECEDENTES

Los estudiantes reprobados son aquella parte de la población escolar que cursa un programa curricular pero que al no cumplir con los requisitos académicos exigidos en el plan de estudios no se encuentran en condiciones de ser promovidos al siguiente grado, nivel o curso inmediato superior (Cazares-Mendoza, 2016).

Los investigadores del área educativa han conducido numerosos estudios enfocados en el análisis del desempeño académico desigual de estudiantes del nivel superior, alrededor del mundo (Banerjee, 2016; Rickels, 2017; Sithole et al., 2017; Morán-Soto y Benson, 2018). Éste ha sido un tema de gran interés, debido a la importancia de la educación para el desarrollo de un país y por sus implicaciones, que pueden conducir a los estudiantes a un estado de baja autoestima, problemas de extra edad y, además se considera una variable asociada con la deserción escolar (Sharabiani et al., 2014). Debido a esto, las instituciones están cada vez más obligadas a monitorear el desempeño de sus estudiantes a través de la extracción de información útil de las bases de datos disponibles, con el fin de estructurar políticas académicas o crear estrategias de intervención para mitigar los factores que afectan el desempeño (Goga et al., 2015).

### **2.1 Desempeño académico en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas**

Los profesionales de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés para science, technology, engineering and mathematics) generan un importante flujo de descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas que impulsan el desarrollo y el crecimiento económico (Towner, 2017) . La educación universitaria ayuda a los profesionales de estas áreas a desarrollar conocimientos y habilidades que pueden utilizar en una amplia variedad de campos (National Academies, 2017). Sin embargo, la baja matrícula estudiantil y los altos índices de

reprobación y deserción en educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas son desafíos importantes, ya que, cada año un gran número de participantes que deseaban especializarse en STEM terminan cambiando sus especializaciones a campos que no corresponden a estas áreas, debido a que tienen un desempeño deficiente en relación con sus compañeros en otros programas y/o abandonan la educación superior por completo (Sithole et al., 2017; Morán-Soto y Benson, 2018). En países como Estados Unidos y España, aproximadamente el 50% de los estudiantes que están inscritos en programas STEM no logran obtener el grado (Ministerio de Educación, 2016; Rickels, 2017); mientras que en el contexto latinoamericano, en países como República Dominicana, México y Argentina, las tasas de estudiantes que no finalizan sus estudios en éstas áreas son de 62% , 68% y 71% respectivamente (Suárez-Álvarez et al., 2014). Un hecho importante es que estos niveles de deserción además de generar la escasez de profesionales, representan una enorme pérdida para la fuerza laboral calificada y una pérdida de rendimiento de la inversión pública (Meyer y Marx, 2014). Aunado a esto, de acuerdo con Mau (2016) menos del 40% de los estudiantes universitarios obtienen su grado en el periodo estándar de cuatro años, y apenas el 60% logra graduarse en un periodo de seis años, lo cual se ve reflejado en bajas tasas de eficiencia terminal y en un evidente retraso en su incorporación a la fuerza laboral.

El desempeño académico deficiente se manifiesta principalmente por medio del fenómeno de la reprobación, y debido a su complejidad, a través de los años su estudio y la comprensión de los factores que lo propician han sido objeto de interés a nivel social, institucional y económico (Sharabiani et al., 2014).

## **2.2 Desempeño académico en ingeniería**

De acuerdo con la Oficina de Trabajo de los EE. UU., se estima que para la próxima década la cantidad de empleos en el área de ingeniería aumentará alrededor del 11%. Sin embargo, se ha identificado que el número

de estudiantes que planean ingresar a carreras de ingeniería no ha aumentado para satisfacer esta demanda proyectada, sino que ha permanecido relativamente estable (Marra et al., 2015). Además, investigaciones recientes han demostrado que los niveles de deserción se ubican entre el 40 y el 60%, siendo el primer año en el que la mayoría de los estudiantes deciden abandonar sus estudios en los programas de ingeniería (Concannon et al., 2018). Debido a esto, en los últimos años un importante número de países han reportado una escasez de ingenieros, por lo que han buscado aumentar el número de estudiantes de ingeniería y su retención, de manera que sea potencialmente posible aumentar el número de graduados (Meyer y Marx, 2014).

Instituciones educativas de todo el mundo, invierten recursos cada año para preparar a estudiantes de nivel preuniversitario, sin embargo, en el área de ingeniería el número de graduados continúa disminuyendo y las tasas de deserción de estudiantes en este campo siguen siendo altas. Entre las diversas razones que llevan a un estudiante a desertar se encuentran sus experiencias en los primeros años de universidad, debido a que los programas de ingeniería usualmente exigen un alto grado de autodisciplina y compromiso con una variedad de retos académicos (Direito y Mitchell, 2018). En este escenario la capacidad de un estudiante de ingeniería para desarrollar un sentido de pertenencia a su programa puede verse impedida. Para Geisinger y Raman (2013) es la ausencia de este sentido de pertenencia en los programas de ingeniería, el factor más importante en la decisión de un estudiante de abandonar sus estudios. Por otro lado, se ha demostrado que los estudiantes que establecen conexiones con profesores y con otros estudiantes desde los primeros años, muestran una persistencia significativamente mejor que aquellos que permanecen más aislados. Estas conexiones representan la integración académica y social y se consideran un factor determinante para el compromiso y desempeño académico. Una explicación para la relevancia de este factor es planteada por Mouraz et al. (2015), quienes señalan que al existir una gran diversidad en los antecedentes

sociales, académicos y económicos de los estudiantes, estos tienen experiencias, hábitos y diferentes niveles de educación efectiva que deben considerarse para comprender sus diferentes necesidades educativas individuales y de este modo evitar el socavar la capacidad de trabajo efectivo y la capacidad académica potencial de los estudiantes de ingeniería. Esta clarificación acerca de sus necesidades resalta que la integración global completa y efectiva es de suma importancia y un desafío personal adicional para muchos estudiantes y para las universidades. Además, el desempeño en los programas de ingeniería se relaciona directamente con la forma en la cual los estudiantes encuentran congruencia entre los objetivos y oportunidades que les provee la universidad frente a su conjunto personal de valores académicos (Krause et al., 2015).

### **2.3 Factores de la reprobación**

El estudio de los factores que dan origen a la reprobación puede agruparse en distintas categorías, siendo una de las más amplias aquella que clasifica a los factores en cuatro grandes grupos: 1) factores individuales, 2) factores institucionales, 3) factores socioeconómicos y 4) factores socioculturales.

Los factores individuales hacen referencia a los identificadores personales e “internos” de un individuo, como lo son: actitudes, conocimientos, habilidades, genética y características personales como el autoconcepto, la autoestima, el compromiso, el carácter, entre otros (Bondarouk et al., 2009). Los factores institucionales hacen referencia al dominio académico y/o social de la universidad, como lo son las interacciones entre pares, las interacciones con los docentes y las interacciones con la administración (Tinto, 2017). Los factores socioeconómicos, por un lado abordan el aspecto social que incluye características de la educación, ocupación de la persona, prestigio, poder político, raza y, por otro lado, se encuentra el aspecto económico, que está relacionado con el ingreso individual y en algunas ocasiones con el nivel económico de la zona en donde la persona vive (Agualongo Quelal y Garcés

Alencastro, 2020). En tanto que, los factores socioculturales, por su parte, son condiciones ambientales que desempeñan un papel en las conductas adaptativas a nivel social, siendo algunos ejemplos la familia, el hogar, el número de hermanos, el orden de nacimiento, las prácticas de crianza de los hijos, los valores de los padres, los sistemas de creencias, el estatus migratorio de los padres, entre otros (LaPoint et al., 2010).

En el campo de la investigación educativa en el área de ingeniería, los factores socioeconómico y de integración se han perfilado como importantes predictores en el tema de la reprobación (Clark et al., 2014; Kerby, 2015; Wilson et al., 2015; Blackie et al., 2016; Boles y Whelan, 2016; Cedeño et al., 2016; Cen et al., 2016; Ellis, 2016; Blums et al., 2017; Roy y Garg, 2017; Lee et al., 2018; Noyens et al., 2018; Thomson, 2018).

### **2.3.1 Perfil socioeconómico**

Para autores como Cedeño (2016) en cualquier nivel educativo el perfil socioeconómico de un estudiante tiene un efecto directo sobre su desempeño académico y plantea que este factor es fundamental en la determinación del logro, ya que se ha comprobado que un aumento en este nivel se traduce en mejores resultados académicos. Por otra parte, se cree que un bajo nivel socioeconómico afecta negativamente el desempeño porque impide el acceso a recursos básicos, por lo que se le puede considerar como un predictor de alto impacto (Ngoma et al., 2017). Declerq y Verboven (2015) encontraron que los estudiantes de entornos desfavorecidos, en general, participan menos en la educación superior debido a que les resulta difícil cubrir los costos monetarios de la educación, además de que usualmente la consideran un gasto y tienen bajas expectativas sobre los beneficios y el retorno de su inversión.

En el área de la ingeniería, algunos investigadores sugieren que los estudiantes con bajo estatus socioeconómico suelen tener menor confianza en sus habilidades relacionadas con este campo, como la confianza para

resolver problemas matemáticos y de ciencias, y en la resolución de problemas abiertos (Sheppard et al., 2010). En contraparte, se plantea que los estudiantes de un nivel socioeconómico más alto tienden a recibir mayor estímulo familiar para estudiar ingeniería y experimentan una menor presión financiera, lo que les permite incrementar su persistencia. Además, los estudiantes de ingeniería de áreas rurales tienden a abandonar la escuela más a menudo que los estudiantes de áreas urbanas, ya que, suelen estar más aislados geográficamente y es menos probable que tengan modelos cercanos de roles de ingeniería (Steenkamp et al., 2017).

Para el estudio de esta dimensión, por muchos años han sido las encuestas socioeconómicas las principales herramientas utilizadas para su medición y evaluación (Psaki et al., 2014).

### **2.3.2 Integración**

La integración se explica como una forma de enfrentar los problemas y aumentar el sentimiento de pertenencia a una organización (Mouraz y Sousa, 2016). De acuerdo con el modelo interaccionista de Tinto (1975), la integración puede ser académica o social y ambas son importantes para una integración exitosa. Entre estos dos conceptos se distinguen la integración formal de la informal. La integración académica formal se refiere a los contactos formales con la escuela, es decir, los contactos relacionados con la propia escuela. La integración académica informal se refiere a contactos entre profesores y estudiantes fuera del contexto directo de aprendizaje. La integración social formal se refiere principalmente a los contactos entre compañeros en relación con la propia escuela y estos contactos a menudo giran en torno al trabajo cooperativo. La integración social informal se manifiesta a través del contacto social frecuente y la participación en actividades, por parte de los estudiantes (Severiens et al., 2006). Además, para este autor una de las principales razones por las cuales los estudiantes abandonan la educación superior, es la falta de integración en el sistema social de la institución.

Tinto (1982) plantea que tanto el estudiante como la institución desempeñan papeles clave en la integración y retención en el estudiante. Una representación de su modelo se presenta en la Figura 1.

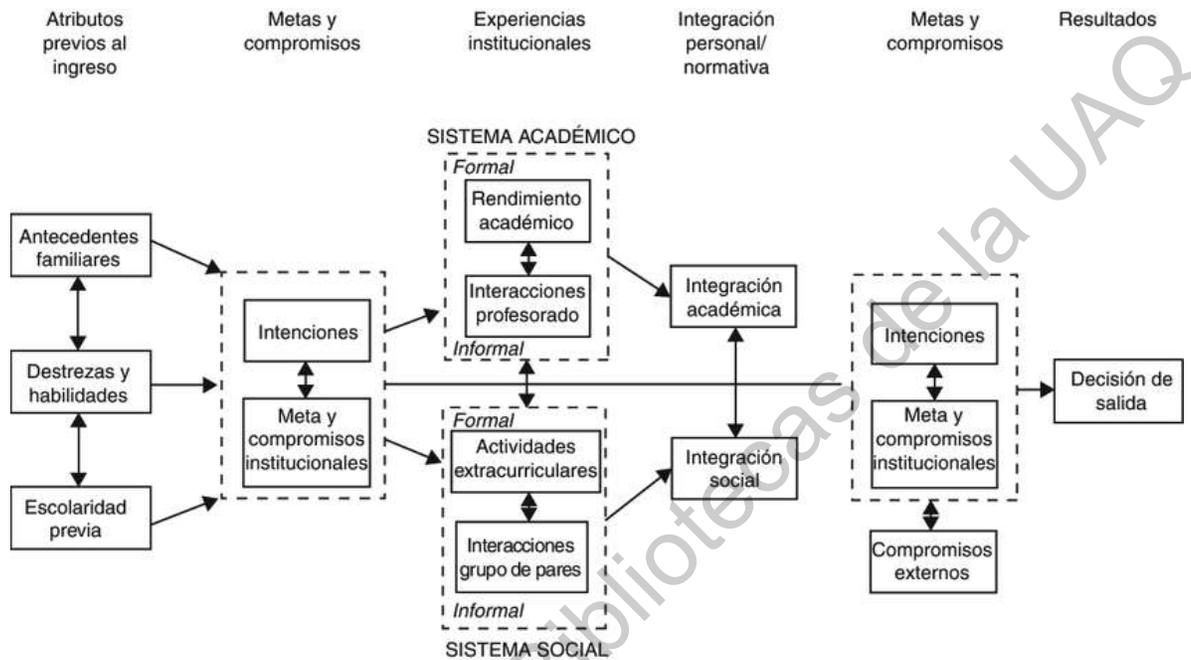


Figura 1. Modelo de interacción de Vincent Tinto. Fuente: Donoso y Schiefelbein, 2007: 17.

De forma general, la integración académica, tanto formal como informal, se define como el potencial de un estudiante para beneficiarse de las experiencias académicas, que se basan en su rendimiento académico y en su desarrollo intelectual (Clark et al., 2014). Este concepto ha sido ampliamente relacionado con algunos de los llamados “factores críticos para el éxito”, como el compromiso con la universidad y la obtención de un grado, la autorregulación académica y las habilidades de gestión del tiempo (Al-Sheeb et al., 2019).

Se ha observado que, dentro de un entorno educativo de ingeniería, aquellos estudiantes que experimentan un buen grado de integración académica desde el inicio de sus estudios universitarios obtienen puntajes más altos en sus pruebas, en contraste con aquellos que no lograron una buena integración desde el inicio (Wilson et al., 2015; Noyens et al., 2018). Algunos estudios han demostrado que la interacción y la integración

académica tienen un impacto positivo en la experiencia y el desempeño de los estudiantes (Boles y Whelan, 2016). Autores como Holmegaard et al. (2016) consideran que para aumentar el desempeño académico, se debe hacer un esfuerzo por comprender los procesos de integración de los estudiantes en los programas de ingeniería y esto no debe estar únicamente relacionado con la capacidad de cumplir con los requisitos académicos del programa mismo, sino que tiene que ver también con que los estudiantes logren verse a sí mismos como parte del programa.

Para su estudio, en los últimos años se han desarrollado instrumentos como el Instrumento de Integración de Estudiantes de Ingeniería (ESII), que permite evaluar el nivel de integración tanto académica como social de los estudiantes de ingeniería (Lee et al., 2018).

Partiendo de lo anterior, esta investigación pretende desarrollar un índice que permita predecir el nivel de reprobación basado en las características del perfil socioeconómico y el nivel de integración académica de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, con la finalidad de generar información oportuna para su atención. El índice de perfil socioeconómico-integración se plantea como un indicador compuesto debido a que representa un concepto multidimensional.

### **2.3.3 Análisis de fiabilidad de una prueba de medición**

Una de las principales características que debe cumplir una prueba de recolección de datos es la de fiabilidad. La fiabilidad de una prueba es el grado o la precisión con que la prueba mide un determinado rasgo, independientemente del hecho de si es capaz o no de medirlo (validez). Es decir, se dice que una prueba es fiable cuando "mide bien aquello que está midiendo". Se refiere a la constancia de la medida, al grado en que un instrumento de medida no deformará el resultado de una medición debido a cambios, fluctuaciones o variaciones del instrumento mismo.

La fiabilidad se compone de dos grandes elementos:

- a. La consistencia interna: se refiere al grado en que los distintos ítems o partes de una prueba miden la misma cosa. Significa la constancia de los ítems para operar sobre un mismo constructo de un modo análogo.
- b. La estabilidad temporal: se refiere al grado en que un instrumento de medida arrojará el mismo resultado en diversas mediciones concretas midiendo un objeto o sujeto que ha permanecido invariable.

#### 2.3.3.1 *Fiabilidad de consistencia interna*

En algunas situaciones no es posible llevar a cabo dos aplicaciones de una prueba. El objetivo entonces es establecer hasta qué punto se puede generalizar del conjunto específico de ítems al dominio o universo de contenidos. Una forma de llevar a cabo esta estimación es valorando el grado de consistencia con el que los examinados responden los ítems o subconjuntos de ítems de la prueba, en una única aplicación de la misma. Cuando los sujetos tienen un rendimiento consistente en los distintos ítems, se dice que la prueba tiene homogeneidad de ítems. Para que un grupo de ítems sea homogéneo debe medir el mismo constructo o dominio de contenidos.

##### 2.3.3.1.1 El coeficiente alfa de Cronbach

El alfa de Cronbach es una estadística comúnmente citada por los autores para demostrar que las pruebas y las escalas que se han construido o adoptado para ciertas investigaciones son adecuadas para su propósito. El alfa de Cronbach es ampliamente utilizada en estudios del área educativa (Taber, 2017).

Alfa representa la consistencia interna de la prueba, el grado que todos los ítems de la prueba covarían entre sí. El coeficiente  $\alpha$  oscila entre 0 y 1. Cuanto más próximo esté a 1, los ítems serán más consistentes entre sí. Se debe considerar que a mayor longitud de la prueba mayor será alfa.

### 2.3.3.2 Factores que afectan la fiabilidad de una prueba

Existen algunos factores que no dependen directamente del contenido de la prueba y que pueden afectar la fiabilidad de esta, por lo tanto, deben ser considerados y controlados en la medida de lo posible. Entre estos se encuentran principalmente:

- a. El método de estimación de fiabilidad seleccionado.
- b. Las condiciones seleccionadas para aplicar el método.
- c. Características y tamaño de la muestra: cuanto más homogéneas sean las muestras habrá menos variabilidad y, por tanto, la fiabilidad será menor. En cambio, si las muestras son más heterogéneas, la fiabilidad será mayor.
- d. Longitud de la prueba: es decir, el número de ítems que presenta la prueba. Cuanto más larga es una prueba, mayor es su fiabilidad.

## 2.4 Predicción de la reprobación

Una predicción temprana de la reprobación es útil para brindar asesoramiento oportuno, aumentar la tasa de éxito y la retención estudiantil (Mishra et al., 2014). La capacidad de predecir el desempeño de un estudiante ha ganado mayor énfasis en la educación, ya que, una de sus aplicaciones más prácticas es dar oportunidad a los docentes de identificar a los estudiantes en riesgo y así proporcionar intervenciones anticipadas (Xing et al., 2015; VeeraManickam et al., 2018).

Hoy en día, las universidades reúnen en forma electrónica grandes volúmenes de datos relacionados con sus estudiantes, mismos que con el paso del tiempo se incrementan y se acumulan, sin embargo, son pocas las instituciones que toman acciones para obtener conocimiento de estos (Ahmad et al., 2015).

## 2.4.1 Herramientas estadísticas predictivas

Estudios previos que han documentado modelos predictivos del desempeño académico han resaltado la importancia de la utilización del modelado estadístico, de forma que se puedan obtener resultados más precisos (Naser et al., 2015; Xing et al., 2015). En este sentido se encuentran algunas técnicas del análisis multivariado entre las más utilizadas para el modelado predictivo (Elbadrawy et al., 2016; Vilorio y Parody, 2016).

### 2.4.1.1 Análisis multivariado

El análisis multivariado es un conjunto de métodos estadísticos y matemáticos, destinados a describir e interpretar los datos que provienen de la observación de varias variables estadísticas, estudiadas conjuntamente. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas sin que alguna predomine sobre las demás. Una de sus principales aplicaciones es medir la fuerza de las relaciones entre varias medidas (Olkin y Sampson, 2001).

#### 2.4.1.1.1 Relaciones

##### a) Regresiones

Un análisis de regresión genera una ecuación para describir la relación estadística entre uno o más predictores y la variable de respuesta y para predecir nuevas observaciones. La regresión lineal generalmente utiliza el método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios, del cual se obtiene la ecuación al minimizar la suma de los residuos al cuadrado. Entre las técnicas predictivas de mayor uso del análisis multivariado se encuentran el análisis de regresión logística y la regresión lineal múltiple (Cuadras, 2004).

- Regresión logística: El análisis de regresión logística tiene el objetivo de categorizar y establecer las relaciones entre variables

dependientes e independientes y en ella el supuesto de distribución normal y el supuesto de continuidad no son requisitos previos. Además, la flexibilidad matemática y la fácil interpretación de este método han aumentado el interés en él (Bahadır, 2016).

- Regresión lineal múltiple: La regresión lineal múltiple examina las relaciones lineales entre una respuesta continua y dos o más predictores, pero si el número de predictores es grande, antes de ajustar un modelo de regresión con todos los predictores, se deben utilizar los mejores subconjuntos para excluir los predictores que no estén asociados con las respuestas (Petscher y Logan, 2014). Este tipo de regresión permite utilizar más de una variable explicativa y esto le otorga la ventaja de utilizar más información en la construcción del modelo y, consecuentemente, realizar estimaciones más precisas (Khan y Zubaidy, 2017).

b) Jerarquía de correlación: parcial, múltiple y canónica

- Correlación parcial: En la correlación parcial interesa no tanto la contribución de una determinada variable en el modelo de regresión, como la eliminación de ciertas variables que resultan poco pertinentes para la comprensión de la relación entre las variables de interés. Tiene que ver con las denominadas correlaciones espurias donde se observan relaciones entre variables que parecen indicar que unas afectan otras, cuando en realidad la correlación que presentan se debe al efecto de terceras variables. Estas terceras variables son precisamente las que hay que detectar y eliminar su influencia para comprobar si realmente las variables consideradas siguen manteniendo la supuesta relación (Camacho, 2016).
- Correlación múltiple: El coeficiente de correlación múltiple se aplica a la situación en que una variable ha sido aislada para examinar su

relación con el conjunto de las otras variables. En el procedimiento de correlación múltiple se procura construir la mejor combinación del peso que cada variable simple aporta en la medición de la variable que se observa. Y esta mejor combinación sin duda tendrá una mayor correlación con la variable observada que la correlación que pueda tener cualquiera de las variables simples de manera independiente.

- Correlación canónica: El análisis de correlación canónica se aplica a situaciones donde es apropiada la técnica de la regresión, pero para más de una variable dependiente. Aunque otra aplicación del análisis de correlación canónica es como un método para determinar la asociación entre dos grupos de variables. Es una generalización de la regresión múltiple al caso de más de una variable dependiente.

c) Medidas de dependencia

Aunque el coeficiente de correlación de Pearson es una forma natural de medir la dependencia entre las variables aleatorias  $X$  y  $Y$  de distribuciones normales bivariadas, puede ser menos que significativo para las distribuciones bivariadas no normales. Por lo que, para estas últimas las medidas útiles para variables aleatorias continuas incluyen a los coeficientes de Kendall y Spearman.

- Coeficiente de Kendall: Cuando se estudia la relación entre variables cualitativas de tipo ordinal se utiliza el coeficiente de correlación de rangos de Kendall, denominado tau de Kendall; además su aplicación tiene sentido si las variables objeto de estudio no poseen una distribución poblacional conjunta normal. Como este indicador está basado en rangos y no en los datos originales, su estimación requiere que los valores de la variable ordinal sean transformados en rangos. Una característica notable del coeficiente de Kendall es

que reporta valores más bajos con respecto a los coeficientes de Spearman y Pearson, en aquellas situaciones donde se analiza las asociaciones lineales con la misma intensidad (Morales y Rodríguez, 2016).

- Coeficiente de Spearman: El coeficiente de correlación de rangos de Spearman es de gran utilidad en aquellos análisis de datos en donde se desea conocer la relación lineal entre variables cuyas escalas de medidas sean al menos ordinales, o que exista suficientes evidencias de que las variables en estudio a pesar de ser cuantitativas no siguen un comportamiento normal (Morales y Rodríguez, 2016).

#### 2.4.1.1.2 Estructuras y patrones

a) Componentes principales: Para estudiar las relaciones que se presentan entre  $p$  variables correlacionadas se puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables no correlacionadas entre sí, llamado conjunto de componentes principales. Las nuevas variables son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra. El análisis de componentes principales es una técnica matemática que no requiere la suposición de normalidad multivariante de los datos.

b) Análisis canónico: El análisis de correlación canónica es un tipo de análisis lineal multivariable. Actualmente se usa para analizar relaciones multidimensionales entre múltiples variables independientes y múltiples variables dependientes. Al igual que en la regresión, el objetivo de la correlación canónica es cuantificar la validez de la relación. Este análisis trata con la asociación entre los conjuntos de variables múltiples dependientes e independientes. Por ello, desarrolla

varias funciones canónicas que maximizan la correlación entre combinaciones lineales, también conocidas como valores teóricos canónicos, que son conjuntos de variables dependientes e independientes (Badii et al., 2007).

- c) Estructura latente y modelos causales: Los modelos de estructura latente se refieren a un conjunto de modelos que intentan capturar una comprensión de la causalidad y, por lo tanto, a veces se les conoce como modelos causales. El término no está bien definido y, en su forma más amplia, incluye análisis factorial, análisis de ruta, modelos de ecuaciones estructurales, análisis de correspondencia, modelos loglineales y análisis gráfico multivariado. Una característica de algunos de estos modelos es la descripción de un conjunto de observables en términos de algunas cantidades aleatorias subyacentes no observables. Dependiendo del contexto, estas variables no observables se han denominado variables latentes, factores o variables manifiestas (Olkin y Sampson, 2001).

#### **2.4.2 Construcción de un indicador**

La situación general de una sociedad a menudo se analiza mediante la construcción y medición de indicadores en diversas áreas de la vida, como los ámbitos económico, de salud y educativo (Shi y Land, 2017). La utilización de indicadores en el campo de las ciencias sociales se debe a que se requiere una definición conceptual robusta, una colección consistente de observaciones y un análisis consecuente de la relación entre observaciones y conceptos definidos para su estudio (Maggino, 2017).

Un indicador es una herramienta cuantitativa o cualitativa que muestra indicios o señales de una situación, actividad o resultado; brinda una señal relacionada con una única información, lo que no implica que ésta no pueda ser reinterpretada en otro contexto. En términos técnicos, un indicador se

define como una función de una o más variables, que conjuntamente “miden” una característica o atributo de los individuos en estudio (CONEVAL, 2014).

Los indicadores pueden dividirse en simples y compuestos. Un indicador simple es la representación directa y simplificada de un concepto unidimensional. Un indicador compuesto es una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice simple (unidimensional) con base en un modelo conceptual. Puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo (CEPAL, 2009). Los indicadores compuestos, que son índices sintéticos de múltiples indicadores específicos de dominio, se construyen y utilizan cada vez más para clasificar conceptos en comparaciones transversales en puntos específicos en el tiempo (Shi y Land, 2017).

La construcción de un indicador compuesto requiere de dos condiciones básicas: i) la definición clara del atributo que se desea medir y ii) la existencia de información confiable para poder realizar la medición. Estas condiciones son indispensables para poder plantearse la posibilidad de construir un indicador compuesto, la satisfacción de la primera condición dará al indicador compuesto un sustento conceptual, mientras que la segunda le otorgará validez. El uso de indicadores compuestos de cualquier tipo no está exento de limitaciones y desventajas, ya que puede proveer mensajes confusos y no robustos si los indicadores están mal contruidos o interpretados. Ello obliga a que durante su proceso de construcción se realicen análisis de sensibilidad y robustez (CEPAL, 2009).

#### 2.4.2.1 Índice

Un índice o número índice se define como un tipo de indicador basado en una medida estadística diseñada para estudiar las variaciones de una o más de una magnitud en relación con el tiempo o el espacio (CONEVAL, 2014). Este tipo de indicador posibilita la obtención de información predictiva en tanto permite evaluar la relación entre dos o más variables y a partir de la

observación de un comportamiento actual pronosticar un comportamiento futuro (Ramos, 2008).

Un número índice al igual que otros tipos de indicadores, puede ser de naturaleza simple o compuesta.

#### 2.4.2.1.1 Índices simples

Un índice simple es el que se calcula para una sola variable. Proporcionan la variación que ha sufrido una magnitud o concepto entre dos periodos o lugares distintos. Generalmente, esta comparación se realiza con el valor de un periodo fijo (periodo base). Dependiendo de si la referencia es fija o no, se habla de índices en serie (referencia fija) e índices en cadena (referencia variable) (De la Fuente Fernandez, 2014).

#### 2.4.2.1.2 Índices compuestos

Un índice compuesto se construye para dos o más variables. La mayoría de los números índices son compuestos por naturaleza y el objetivo de estos es llegar a un número índice sencillo que reúna la mayor cantidad posible de información. De esta manera, se llega a dos tipos de índices compuestos: a) índices compuestos no ponderados e, b) índices compuestos ponderados (De la Fuente Fernandez, 2014).

a) Índices no ponderados: Surgen cuando se estudia la evolución de una magnitud que tiene más de una variable y, a todas ellas se les asigna la misma importancia o peso relativo.

b) Índices ponderados: Surgen cuando a las variables de la magnitud compleja se les asigna un determinado coeficiente de ponderación. Los índices compuestos ponderados tienen en cuenta la importancia relativa de las distintas variables simples que lo componen. Este tipo de números índices son los que realmente se emplean en el análisis de la evolución de los fenómenos complejos.

### **III. HIPÓTESIS**

A través del empleo de análisis estadístico multivariado, el índice de perfil socioeconómico-integración académica estima la probabilidad de reprobación en los primeros semestres de las carreras de la Facultad de Ingeniería.

### **IV. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo General**

Desarrollar un índice predictivo de reprobación con base en el perfil socioeconómico-integración académica, para los programas de la Facultad de Ingeniería.

#### **4.2 Objetivos Particulares**

- Desarrollar un instrumento para la medición de la integración y el perfil socioeconómico.
- Validar el instrumento desarrollado para la medición de la integración y el perfil socioeconómico.
- Comprobar la existencia de la correlación entre el perfil socioeconómico y la integración con la reprobación.
- Obtener un modelo predictivo del índice de reprobación, que permita obtener información significativa, para la toma de decisiones.

## **V. METODOLOGÍA**

### **5.1 Participantes**

Los participantes de este estudio son estudiantes de los programas de licenciatura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. La matrícula actual de la Facultad de Ingeniería en nivel licenciatura es de 2,715 alumnos distribuidos en cuatro campus: Amealco, Centro Universitario, Conca y San Juan del Río.

### **5.2 Muestra**

La muestra se compone de estudiantes de los primeros tres semestres de los programas de la Facultad de Ingeniería. El total de alumnos de licenciatura inscritos en los primeros tres semestres del periodo 2020-1, es de 852.

### **5.3 Instrumentos**

La medición de los factores que componen el índice se llevó a cabo a través de la aplicación de una encuesta con dos escalas validadas para este efecto.

1. Medición de la integración académica: Instrumento de Integración de Estudiantes de Ingeniería (ESII, por sus siglas en inglés). Originalmente conformada por 22 ítems, cuyas respuestas se ubican en una escala Likert de 7 puntos que van de Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo.

El nivel de integración se dividió en siete categorías distintas que van desde Integración nula hasta Integración total. La clasificación se realiza de acuerdo con las puntuaciones obtenidas en la escala, de acuerdo con lo mostrado en la Tabla 1.

**Tabla 1. Niveles de integración**

Integración total	Integración muy alta	Integración alta	Integración media	Integración baja	Integración muy baja	Integración nula
<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
187-210	161-186	135-160	109-134	83-108	57-82	30-56

Para el establecimiento de las categorías se siguió el método de Dalenius-Hodges, que consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima al interior de cada estrato y máxima entre cada uno de ellos, es decir, formar estratos lo más homogéneos posible.

Dado un conjunto de  $n$  observaciones de una variable  $x = (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$ , el procedimiento para formar  $h$  estratos es el siguiente:

1. Ordenar las observaciones de manera ascendente.
2. Agrupar  $x = (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$  en un número de  $J$  de clases, donde  $J = \min\{h * 10, n\}$ .
3. Calcular los límites para cada clase.
4. A partir de los límites, obtener la frecuencia de observaciones en cada clase.
5. Calcular la raíz cuadrada de frecuencia en cada clase.
6. Acumular la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase.
7. Dividir la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias por el número de estratos.
8. Los puntos de corte de cada estrato se toman sobre el acumulado de la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase.

2. Medición del perfil socioeconómico: Cuestionario de Nivel Socioeconómico de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación (AMAI). Consta de 6 ítems que evalúan el nivel de bienestar en un hogar.

El Nivel Socioeconómico (NSE) de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión Pública (AMAI), se basa en el desarrollo de un modelo estadístico que permite clasificar a los hogares de una manera objetiva y cuantificable de acuerdo con su bienestar económico y social, en el sentido de qué tan satisfechas están sus necesidades de espacio, salud e higiene, comodidad y practicidad, conectividad, entretenimiento dentro del hogar, planeación y futuro.

La AMAI considera que el Nivel Socioeconómico está determinado por el bienestar o calidad de vida del hogar y no necesariamente significa un nivel de ingreso, un estilo de vida o un estatus social. El ingreso es un componente importante de la calidad de vida, pero las características sociales del hogar como la educación de sus miembros o sus conocimientos y habilidades para manejar los recursos con los que cuentan pueden modificar el bienestar o la calidad de vida que da un determinado ingreso. Los estilos de vida incluyendo las prácticas culturales, los hábitos, los gustos y las preferencias no necesariamente están relacionados con un determinado ingreso y por tanto no son determinantes en su definición. El estatus o prestigio social tampoco son un determinante del Nivel Socioeconómico.

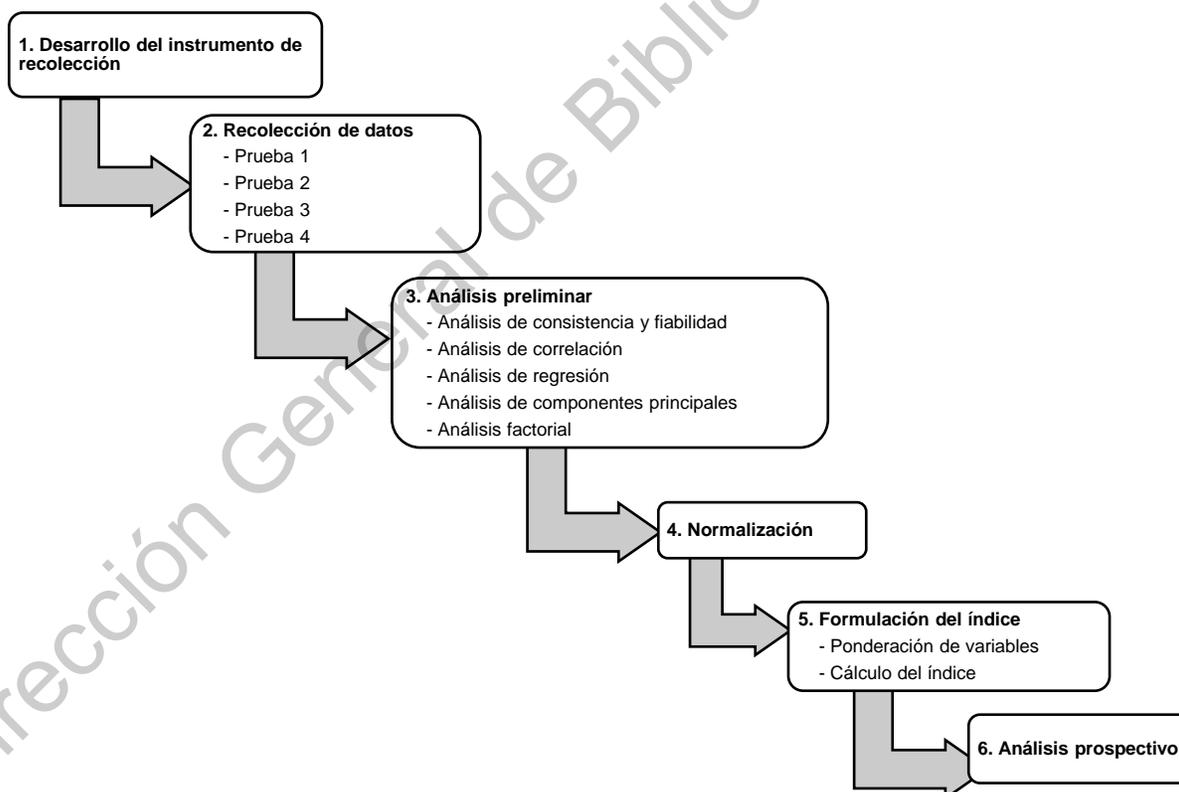
El perfil socioeconómico, de acuerdo con la metodología de la Encuesta de Nivel Socioeconómico de la AMAI, es clasificado en siete categorías distintas que reflejan el nivel de bienestar en un hogar, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Categorías del perfil socioeconómico**

A/B	C+	C	C-	D+	D	E
-Jefe de familia con estudios profesionales.	-Jefe de familia con estudios mayores a nivel medio superior.	-Jefe de familia con estudios mayores a primaria.	-Jefe de familia con estudios mayores a primaria.	-Jefe de familia con estudios mayores a primaria.	-Jefe de familia con estudios hasta primaria.	-Jefe de familia con estudios no mayores a primaria.
-98% Internet fijo en vivienda.	-91% Internet fijo en vivienda.	73% Internet fijo en vivienda.	-47% Internet fijo en vivienda.	-19% Internet fijo en vivienda.	-4% Internet fijo en vivienda.	-0.1% Internet fijo en vivienda
-Destina el menor gasto a alimentos (25%).	-Destina un poco menos de la tercera parte de su gasto a alimentos (31%).	-Destina el 35% de su gasto a alimentos.	-Destina el 38% de su gasto a alimentos.	-Destina el 41% de su gasto a alimentos.	-Destina el 46% de su gasto a alimentos.	-Destina el 52% de su gasto a alimentos.
-Destina el mayor gasto a educación (13%).		-Destina alrededor del 9% de su gasto a educación.		-Destina alrededor del 7% de su gasto a educación.		-Destina alrededor del 5% de su gasto a educación.

## 5.4 Procedimiento

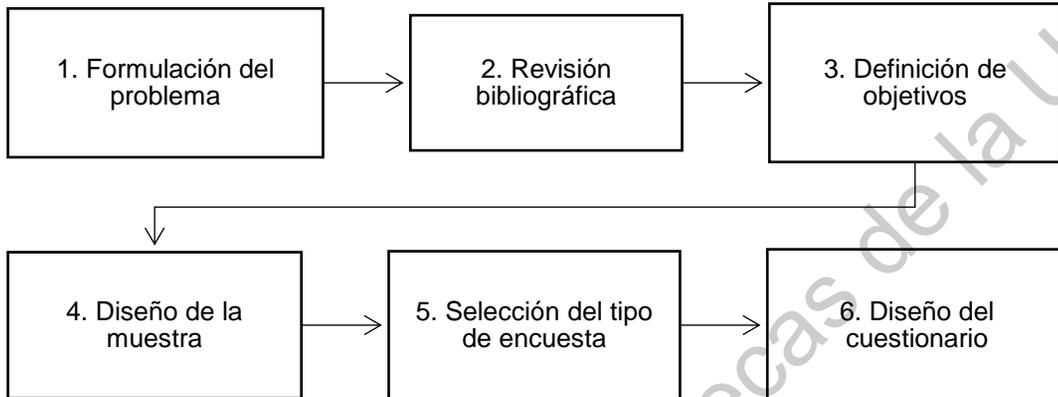
El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en seis etapas, como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2. Etapas de la investigación. *Elaboración propia***

## 1. Desarrollo del instrumento de recolección

El desarrollo del instrumento de medición se llevó a cabo siguiendo los pasos que se muestran en la Figura 3.



**Figura 3. Procedimiento de integración del instrumento de medición. Fuente: Adaptación Cea D'ancona (1998)**

- 1.1. Formulación del problema:** Para la construcción del índice de perfil socioeconómico-integración académica, que permite la estimación del porcentaje de reprobación de estudiantes de la Facultad de Ingeniería, se requirió de un instrumento que posibilitara la medición de ambas dimensiones.
- 1.2. Revisión bibliográfica:** De la revisión bibliográfica se identificaron algunos instrumentos diseñados para la medición de la integración académica y el perfil socioeconómico. Finalmente, se seleccionaron dos instrumentos por su ajuste a la población de estudio: Cuestionario de Nivel Socioeconómico de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación y el Instrumento de Integración de Estudiantes de Ingeniería (ESII) de la Universidad de Purdue.

1.2.1. *Definición de variables:* Como resultado de la revisión bibliográfica se realizó la definición de las variables, tal como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3. Definición de las variables de estudio**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>
<b>Variable dependiente</b> <b>Y=Reprobación</b>	<p>La reprobación se define como un estado en el que un estudiante que cursa un programa curricular no cumple con los requisitos académicos exigidos en el plan de estudios y por lo tanto no se encuentra en condiciones de ser promovido al siguiente grado o nivel inmediato superior.</p> <p>Respuesta categórica dicotómica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alumno que SI ha reprobado</li> <li>➤ Alumno que NO ha reprobado</li> </ul>
<b>Variable independiente 1</b> <b>X1=Integración académica</b>	<p>La integración académica se refiere a los contactos relacionados con la escuela misma. Esto incluye los contactos entre maestros y estudiantes fuera del contexto de aprendizaje directo. Incluye hábitos de estudio y el compromiso del estudiante con los mismos.</p> <p>Respuesta categórica múltiple.</p>
<b>Variable independiente 2</b> <b>X2=Perfil socioeconómico</b>	<p>El perfil socioeconómico es el nivel de bienestar que tiene un hogar y que todos sus miembros comparten, y que permite determinar qué tan cubiertas están las necesidades de espacio, sanidad, practicidad, entretenimiento, comunicación y planeación y futuro en un hogar.</p> <p>Respuesta categórica múltiple.</p>

Se trabajó con una variable dependiente discreta que mide cualidades mediante un número finito de alternativas respecto a eventos de reprobación de los participantes, a través de dos preguntas: 1. Pensando en las materias de la carrera que has cursado hasta este momento, ¿cuál es el promedio final más bajo que has obtenido en alguna de ellas? y, 2. ¿Cuántos N/A has acumulado en tu registro académico hasta el momento? Para la pregunta uno

los encuestados eligieron entre distintas opciones de respuesta categorizadas en 6 niveles: 10, 9, 8, 7, 6 y 5 o menos. Para la pregunta dos los encuestados eligieron entre distintas opciones de respuesta categorizadas en 5 niveles: 1, 2, 3, 4 y 5 o más. La pregunta dos se estableció como un control de corroboración, con el que se verificó que para los participantes que eligieron “5 o menos” como respuesta en la pregunta 1, debía existir por lo menos un N/A en el registro académico. Este hecho coincidió en todos los casos.

A partir de estas dos preguntas se realizó la clasificación de los participantes en dos categorías: “Alumnos que Sí han reprobado” y “Alumnos que No han reprobado”, de donde se obtuvo finalmente la respuesta categórica dicotómica.

Las variables independientes también midieron cualidades mediante un número finito de alternativas. Ambas variables, trabajaron con respuestas categorizadas en 7 niveles.

### **1.3. Definición de objetivos**

- a) Establecer el nivel de integración académica de los estudiantes de los tres primeros semestres de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UAQ.
- b) Establecer el perfil socioeconómico de los estudiantes de los tres primeros semestres de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UAQ.

**1.4. Diseño de la muestra:** La muestra se compone de estudiantes de los primeros tres semestres de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UAQ. Al ser una prueba de participación voluntaria, se omiten restricciones de edad, sexo, carrera específica de la FI y/o promedio para la participación en la misma.

**1.5. Selección del tipo de encuesta:** Se seleccionaron las modalidades tanto presencial como a distancia. En el aula de clase la aplicación presencial se realizó mediante cuestionarios de papel y distancia a través de un cuestionario en formato electrónico.

**1.6. Diseño del cuestionario:** Para el diseño, se integraron en un solo cuestionario los instrumentos identificados en la revisión bibliográfica.

El instrumento para la identificación del perfil socioeconómico no sufrió de cambios y/o adaptaciones, debido a que es un instrumento en idioma español y con una validación técnica previa completa.

El instrumento para la medición de la integración académica fue sometido a un proceso de adaptación, debido a que es originalmente un instrumento en idioma inglés. Se realizó la traducción del instrumento y para su aplicación en el contexto de estudio requirió de adición, sustracción y cambio de ítems y variables, de forma que contara con los elementos necesarios para su validación técnica. La estructura del instrumento original con su traducción se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4. Instrumento original y su traducción al español**

Ítem original	Ítem traducido
1. My interactions with engineering faculty are generally positive.	Mis interacciones con los profesores de la facultad son generalmente positivas.
2. I can effectively communicate with engineering faculty and staff.	Puedo comunicarme fácilmente con los profesores y el personal de la facultad.
3. I have sufficient access to resources that can help me succeed academically.	Tengo acceso suficiente a los recursos que pueden apoyarme para tener éxito académico.
4. I have sufficient access to engineering faculty/staff.	Puedo comunicarme efectivamente con los profesores y el personal de la facultad.
5. Overall, the college of engineering supports me academically.	En general, cuento con apoyo académico por parte de la facultad.
6. I can collaborate with other engineering students academically.	Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería.
7. I can positively interact with other engineering students.	Soy capaz de interactuar positivamente con otros estudiantes de ingeniería.
8. I am comfortable networking with other engineering students.	Me siento cómodo trabajando con otros estudiantes de ingeniería.
9. I can effectively work in study groups with other engineering students.	Puedo trabajar efectivamente en grupos de estudio con otros alumnos de ingeniería.
10. I can effectively work on teams with other engineering students.	Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería.
11. I can effectively communicate in a professional manner.	Soy capaz de comunicarme con efectividad y de una manera profesional.
12. I can effectively perform as an engineer in a professional environment.	Puedo desempeñarme con efectividad dentro de un ambiente profesional.
13. I have leadership skills that will be useful as an engineer.	Tengo habilidades de liderazgo que me serán útiles como ingeniero.

Ítem original	Ítem traducido
14. I have technical skills that will be useful as an engineer.	Tengo habilidades técnicas que me serán útiles como ingeniero.
15. I have traits that are attractive to companies that hire engineers	Poseo características que son atractivas para las empresas es las que puedo desempeñarme como ingeniero.
16. I am comfortable in professional settings around other engineer.	Me siento cómodo tratando con otros ingenieros en un entorno profesional.
17. I can interact with practicing engineers in a professional manner.	Puedo interactuar con ingenieros experimentados de una manera profesional.
18. I am comfortable at this university.	Me siento cómodo en esta Universidad
19. I feel welcomed at this university.	Me siento bienvenido en esta Universidad.
20. I have acclimated to the university environment.	Me he aclimatado al ambiente Universitario.
21. I have adjusted to the city where the university is located.	Me siento adaptado a la ciudad de Querétaro.
22. My overall well-being is supported by this university.	La Universidad apoya mi bienestar general.

Algunos autores proponen que existen tres niveles de adaptación para pruebas o cuestionarios ya establecidos, que provienen de otros idiomas o contextos (Van de Vijver y Leung, 1997). El primero corresponde a la *aplicación*, esto es, la simple y llana traducción de una prueba o cuestionario de un idioma a otro, asumiendo la equivalencia de constructo. El segundo nivel es la *adaptación* en la cual se agrega la transformación, adición o substracción de algunos ítems de la escala original. Finalmente, el nivel del *ensamble*, donde el instrumento original ha sido modificado tan profundamente que prácticamente se ha transformado en un nuevo instrumento (Fernández, 2006). En este último nivel se ubica el trabajo realizado con el Instrumento de Integración de Estudiantes de Ingeniería (ESII), ya que, considerando las diferentes modificaciones que se realizaron desde su traducción y adaptación al contexto de aplicación para su posterior validación, es posible afirmar que se ha construido una nueva escala de medición del constructo de integración. Las variables resultantes del proceso de adaptación se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5. Variables originales y variables finales**

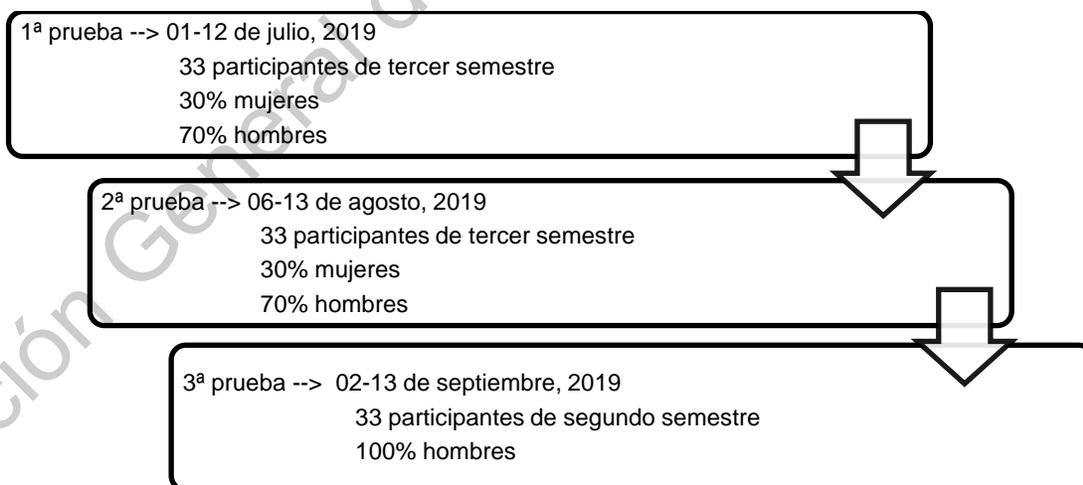
Variables originales	Variables finales
1. Contacto con el personal de la facultad	1. Interacción con los profesores dentro del aula
2. Apoyo de la Facultad	2. Interacción con los profesores fuera del aula
3. Interacción con estudiantes de ingeniería	3. Interacción con el personal de la facultad
4. Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	4. Apoyo de la Universidad
5. Comunicación profesional	5. Hábitos de estudio
6. Habilidades profesionales	6. Asistencia a clases
7. Relaciones profesionales	7. Interacción académica con pares
8. Ambiente universitario	
9. Adaptación a la ciudad	
10. Apoyo de la Universidad	

## 2. Recolección de datos

Se realizaron pruebas piloto en dos fases:

### 2.1. Primera fase

Se realizaron tres pruebas piloto con las siguientes características:



El instrumento para la prueba 1 se compuso de dos secciones:

- Sección A: Perfil socioeconómico, 6 reactivos
- Sección B: Integración académica, 30 reactivos

En la Tabla 6 se presentan las variables medidas en cada sección, así como su operacionalización.

**Tabla 6. Operacionalización de las variables, prueba 1**

Variable	Operacionalización de la variable (Ítem)
1. Interacción con el personal de la facultad	1. Mis interacciones con los profesores de la facultad son generalmente positivas. 11. Puedo comunicarme efectivamente con los profesores y el personal de la facultad. 21. Los profesores y el personal de la facultad tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
2. Apoyo de la Facultad	2. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores y el personal de la facultad. 12. Tengo acceso suficiente a los recursos que pueden apoyarme para tener éxito académico. 22. En general, cuento con apoyo académico por parte de la facultad.
3. Interacción con estudiantes de ingeniería	3. Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería. 13. Soy capaz de interactuar positivamente con otros estudiantes de ingeniería. 23. Me siento cómodo trabajando con otros estudiantes de ingeniería.
4. Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	4. Puedo trabajar efectivamente en grupos de estudio con otros alumnos de ingeniería. 14. Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería. 24. Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.
5. Comunicación profesional	5. Soy capaz de comunicarme con efectividad y de una manera profesional. 15. Puedo desempeñarme con efectividad dentro de un ambiente profesional. 25. Soy capaz de establecer una comunicación efectiva y de manera profesional.
6. Habilidades profesionales	6. Tengo habilidades de liderazgo que me serán útiles como ingeniero. 16. Tengo habilidades técnicas que me serán útiles como ingeniero. 26. Poseo características que son atractivas para las empresas es las que puedo desempeñarme como ingeniero.
7. Relaciones profesionales	7. Me siento cómodo tratando con otros ingenieros en un entorno profesional.

Variable	Operacionalización de la variable (Ítem)
	17. Puedo interactuar con ingenieros experimentados de una manera profesional. 27. Soy capaz de relacionarme profesionalmente con otros ingenieros.
8. Ambiente universitario	8. Me siento cómodo en esta Universidad. 18. Me siento bienvenido en esta Universidad. 28. Me he aclimatado al ambiente Universitario.
9. Adaptación a la ciudad	9. Me siento adaptado a la ciudad de Querétaro. 19. Me siento cómodo viviendo en la ciudad de Querétaro. 29. Me gusta vivir en la ciudad de Querétaro.
10. Apoyo de la Universidad	10. La Universidad apoya mi bienestar general. 20. La Universidad se interesa en mi bienestar. 30. Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.

El instrumento para la prueba 2 se compuso de dos secciones:

- Sección A: Perfil socioeconómico, 6 reactivos
- Sección B: Integración académica, 21 reactivos

En la Tabla 7 se presentan las variables medidas en cada sección, así como su operacionalización.

**Tabla 7. Operacionalización de las variables, prueba 2**

Variable	Operacionalización de la variable (Ítem)
1. Interacción con el personal de la facultad	1. Mis interacciones con los profesores de la facultad son generalmente positivas. 2. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores y el personal de la facultad. 8. Puedo comunicarme efectivamente con los profesores y el personal de la facultad. 15. Los profesores y el personal de la facultad tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
2. Apoyo de la Facultad	9. Tengo acceso suficiente a los recursos académicos y tecnológicos que pueden apoyarme para tener éxito como estudiante. 16. En general, cuento con apoyo académico por parte de la facultad.
3. Interacción con estudiantes de ingeniería	3. Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería. 10. Soy capaz de interactuar positivamente con otros estudiantes de ingeniería. 17. Me siento cómodo trabajando con otros estudiantes de ingeniería.

Variable	Operacionalización de la variable (Ítem)
4. Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	4. Puedo trabajar efectivamente en grupos de estudio con otros alumnos de ingeniería. 11. Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería. 18. Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.
5. Ambiente universitario	5. Me siento cómodo en esta Universidad. 12. Me siento bienvenido en esta Universidad. 19. Me gusta el ambiente Universitario.
6. Adaptación al entorno	6. Me gusta la ciudad de Querétaro. 13. Me siento cómodo estudiando en la ciudad de Querétaro. 20. Disfruto estudiar en la ciudad de Querétaro.
7. Apoyo de la Universidad	7. La Universidad apoya mi bienestar general. 14. La Universidad se interesa en mi bienestar. 21. Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.

El instrumento para la prueba 3 se compuso de dos secciones:

- Sección A: Perfil socioeconómico, 6 reactivos
- Sección B: Integración académica, 25 reactivos

En la Tabla 8 se presentan las variables medidas en cada sección, así como su operacionalización.

**Tabla 8. Operacionalización de las variables, prueba 3**

Variable	Operacionalización de la variable (Ítem)
1. Interacción con el personal de la facultad	1. Mis interacciones con los profesores de la facultad son generalmente positivas. 3. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores y el personal de la facultad. 9. Puedo comunicarme efectivamente con los profesores y el personal de la facultad. 17. Los profesores y el personal de la facultad tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
2. Apoyo de la facultad	10. Tengo acceso suficiente a los recursos académicos y tecnológicos que pueden apoyarme para tener éxito como estudiante. 18. En general, cuento con apoyo académico por parte de la facultad.
3. Interacción con estudiantes de ingeniería	11. Soy capaz de interactuar positivamente con otros estudiantes de ingeniería. 19. Me siento cómodo trabajando con otros estudiantes de ingeniería.

Variable	Operacionalización de la variable (Ítem)
4. Vinculación con estudiantes de ingeniería	2.Me gusta salir y compartir con mis compañeros después de clases. 12.Disfruto compartiendo con mis compañeros en actividades sociales. 22.Tengo un grupo de amigos en la facultad, con los que me gusta compartir. 25.Me gusta hacer nuevos amigos en la facultad.
5. Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	4.Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería. 5.Me adapto con facilidad a cualquier grupo de estudio con otros estudiantes de ingeniería. 13.Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería. 20.Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.
6. Ambiente universitario	6.Me siento cómodo en esta Universidad. 14.Me siento bienvenido en esta Universidad. 21.Me gusta el ambiente Universitario.
7. Adaptación al entorno	7.Me gusta la ciudad de Querétaro. 15.Me siento cómodo estudiando en la ciudad de Querétaro. 23.Disfruto estudiar en la ciudad de Querétaro.
8. Apoyo de la Universidad	8.La Universidad apoya mi bienestar general. 16.La Universidad se interesa en mi bienestar. 24.Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.

En la primera fase la aplicación de los cuestionarios se realizó de manera física en las aulas de clase, con cuestionarios en papel.

## 2.2. Segunda fase

El instrumento para la prueba 4 se compuso de dos secciones:

- Sección A: Perfil socioeconómico, 6 reactivos
- Sección B: Integración, 21 reactivos

En la Tabla 9 se presentan las variables medidas en cada sección, así como su operacionalización.

**Tabla 9. Operacionalización de las variables, prueba 4**

<b>Variable</b>	<b>Operacionalización de la variable (Ítem)</b>
1. Interacción con los profesores dentro del aula.	1. Mis interacciones con los profesores son generalmente positivas. 8. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores si tengo algún problema o inquietud. 15. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
2. Hábitos de estudio	2. Mis hábitos y destrezas de estudio se ven reflejados en mis calificaciones. 9. Mis hábitos de estudio son adecuados para responder a las exigencias académicas de la carrera. 16. Mis hábitos de estudio son adecuados y suficientes para responder a las exigencias de la carrera.
3. Interacción con los profesores fuera del aula	3. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores fuera del horario de clases para aclarar dudas o inquietudes. 10. Me siento cómodo interactuando con los profesores fuera del aula de clase (por ejemplo en una asesoría, dinámica al aire libre, visita industrial, etc). 17. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme fuera del aula y horario de clase cuando lo requiero.
4. Interacción con el personal de la facultad	4. Puedo comunicarme fácilmente con el personal de la Facultad cuando requiero de algún apoyo. 11. Mis interacciones con el personal de la Facultad son generalmente positivas. 18. El personal de la Facultad tiene disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
5. Apoyo de la Universidad	5. La Universidad apoya mi bienestar general. 12. La Universidad se interesa en mi bienestar. 19. Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.
6. Asistencia y ausentismo a clases	6. Muy raras veces me ausento de mis clases. 13. Difícilmente faltó a mis clases. 20. Es muy difícil que me ausente de mis clases.
7. Interacción académica con pares	7. Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería. 14. Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería. 21. Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.

En la segunda fase la aplicación se realizó de manera electrónica con un cuestionario en línea.

### **2.3. Cambio de variables en las pruebas**

Los cambios de las variables realizados en las distintas pruebas se llevaron a cabo siguiendo los criterios mostrados en la Tabla 10.

**Tabla 10. Criterios de cambio de variables**

Prueba	Criterio de cambio
<p><b>Prueba 1</b></p> <p>VARIABLES ELIMINADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Comunicación profesional</li> <li>➤ Habilidades profesionales</li> <li>➤ Relaciones profesionales</li> </ul> <p>VARIABLES AGREGADAS: No aplica</p>	<p>De acuerdo con los programas curriculares de la FI-UAQ, los estudiantes de los distintos programas requieren formalmente el contacto con el ámbito profesional hasta los semestres finales de los programas académicos. Por lo que, exceptuando los casos de los estudiantes que estudian y trabajan simultáneamente desde semestres tempranos, las variables eliminadas no son aplicables en el contexto de esta investigación.</p>
<p><b>Prueba 2</b></p> <p>VARIABLES ELIMINADAS: No aplica</p> <p>VARIABLES AGREGADAS: No aplica</p>	<p>Para el desarrollo de la prueba 2, se utilizaron las variables restantes después de la eliminación realizada como resultado de la prueba 1.</p>
<p><b>Prueba 3</b></p> <p>VARIABLES ELIMINADAS: No aplica</p> <p>VARIABLES AGREGADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vinculación con otros estudiantes de ingeniería</li> </ul>	<p>De acuerdo con literatura la vinculación con pares estudiantes trata del vínculo social que los estudiantes de ingeniería logran, pero limitado al contexto académico y al entorno dentro de la Universidad. Esta es considerada una importante variable de la integración académica.</p>
<p><b>Prueba 4</b></p> <p>VARIABLES ELIMINADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ambiente universitario</li> <li>➤ Adaptación al entorno</li> </ul> <p>VARIABLES AGREGADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Interacción con los profesores dentro del aula</li> <li>➤ Interacción con los profesores fuera del aula</li> <li>➤ Hábitos de estudio</li> <li>➤ Asistencia y ausentismo a clases</li> </ul> <p>VARIABLES FUSIONADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las tres variables: Interacción, Vinculación y Trabajo colaborativo con otros estudiantes de ingeniería; se integraron en una única variable denominada Interacción académica con pares.</li> </ul>	<p>Las variables eliminadas se seleccionaron considerando las referencias teóricas, respecto a las variables más significativas de la integración académica. En este mismo sentido, en el instrumento original el aspecto de la interacción con profesores se engloba en la variable Interacción con el personal de la facultad, que evalúa la experiencia de los estudiantes tanto con el personal de apoyo como con los profesores. Se agregaron por tanto las variables indicadas, de manera que la evaluación de la interacción con los profesores y con el personal de apoyo se diferenciara fácilmente.</p>

### 3. Análisis preliminar

#### 3.1 Análisis de consistencia y fiabilidad

Para comprobar la consistencia y fiabilidad de los instrumentos se calculó el coeficiente alfa de Cronbach.

El alfa de Cronbach es la estimación más común de la consistencia interna de los elementos en una escala (Cronbach, 1951; Shavelson, 2004). El alfa mide el nivel de correlación de las respuestas de los ítems.

El método de consistencia interna basado en el coeficiente alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir. Y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alfa de Cronbach (Taber, 2017).

La fórmula general para calcular  $\alpha$  es:

$$\alpha = \frac{N}{N-1} \left( \frac{\sigma_X^2 - \sum_{i=1}^N \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2} \right)$$

Donde:

N= El número de ítems la encuesta

$\sigma_X^2$  = La varianza de las puntuaciones totales observadas

$\sigma_{Y_i}^2$  = La varianza del ítem i por persona Y

Con un coeficiente mayor al 0.80, se indica la consistencia interna aceptable y la fiabilidad de los instrumentos.

Por convención, un alfa de entre 0.65 y 0.80 a menudo se considera "adecuado" para una escala utilizada en la investigación de dimensiones humanas (Green et al., 1977; Spector, 1992; Vaske y Shelby, 2008).

### 3.2 Análisis de correlación

Se llevó a cabo un análisis de correlación a través del cálculo del coeficiente de Spearman para determinar el nivel de correlación de las variables de estudio. Su fórmula se presenta a continuación:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

$n$  = la cantidad de sujetos que se clasifican

$x_i$  = el rango de sujetos  $i$  con respecto a una variable

$y_i$  = el rango de sujetos  $i$  con respecto a una segunda

$d_i = x_i - y_i$

### 3.3 Análisis de regresión

Se realizó una regresión logística para determinar la existencia de la relación entre las variables explicativas (integración y perfil socioeconómico) y la variable de respuesta (reprobación), así como para interpretar los efectos que tienen las categorías sobre la variable dependiente.

La regresión logística es adecuada cuando la variable de respuesta  $Y$  es politómica (admite varias categorías de respuesta, tales como mejora mucho, empeora, se mantiene, mejora, mejora mucho), pero es especialmente útil en particular cuando solo hay dos posibles respuestas (cuando la variable de respuesta es dicotómica), que es el caso más común.

El objetivo consiste en determinar:

$$P[Y = 1 / X_1, X_2, \dots, X_k] \mapsto P[Y = 0 / X_1, X_2, \dots, X_k] = 1 - P[Y = 1 / X_1, X_2, \dots, X_k]$$

Para ello se construye el modelo  $P[Y = 1 / X_1, X_2, \dots, X_k] = p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)$  donde:  $p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta): R^k \rightarrow [0,1]$  que depende de un vector de parámetros  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ .

La regresión logística como técnica analítica permitió relacionar funcionalmente una variable dicotómica con un conjunto de variables independientes.

El análisis de regresión logística por su capacidad para analizar las relaciones de variables categóricas entre sí tiene una gran importancia en la investigación educativa. En el análisis de datos sociales, su utilidad deriva de la lectura de los coeficientes, conocidos como Odds Ratio, para interpretar los efectos que tienen las categorías sobre la variable dependiente, ya que, uno de los problemas principales cuando intervienen diversas variables en un fenómeno es determinar cuál es la contribución de cada una de ellas, suponiendo que el resto de las variables no cambian. Por analogía, la regresión logística puede considerarse una extensión de los modelos de regresión lineal, con la particularidad de que el dominio de salida de la función está acotado al intervalo  $[0,1]$  y que el procedimiento de estimación, en lugar de mínimos cuadrados, utiliza el procedimiento de estimación máximo-verosímil.

### **3.4 Análisis de Componentes Principales**

Se llevó a cabo el Análisis de Componentes Principales (ACP) para evaluar una posible reducción en el número de variables de la escala de integración, tratando de explicar el mayor porcentaje posible de variabilidad de la muestra con un menor número de variables, que se denominan componentes principales y que son combinaciones lineales de los datos de origen.

El ACP ha sido una metodología ampliamente utilizada en la construcción de índices compuestos, ya que permite reducir el número de variables. La aplicación del ACP sobre el sistema de indicadores proporciona

un conjunto de nuevas variables no correlacionadas, de media aritmética igual a cero, de varianza máxima y definidas como combinaciones lineales de los indicadores iniciales. Estas nuevas variables se denominan componentes principales. Así, la componente  $h$  para  $Z$  ( $Z_h$ ) quedaría definida como sigue:

$$Z_h = \sum_{j=1}^m \omega_{hj} IN_j$$

Donde  $\omega_{hj}$  representa las ponderaciones que definen la componente principal  $h$ .

### 3.5 Análisis Factorial

El Análisis Factorial (AF) se realizó como un complemento del Análisis de Componentes Principales.

En el ACP la varianza de cada variable original se explica completamente por las variables cuya combinación lineal la determinan sus componentes. En el Análisis Factorial no ocurre lo mismo, pues solo una parte de la varianza de cada variable original se explica completamente por las variables cuya combinación lineal la determinan los factores. Esta parte de la variabilidad de cada variable original explicada por los factores comunes se denomina comunalidad, mientras que la parte de la varianza no explicada por los factores comunes se denomina unicidad (comunalidad + unicidad = 1) y representa la parte de variabilidad propia de cada variable. Cuando la comunalidad es unitaria el Análisis Factorial coincide con el de componentes principales. Es decir, el ACP es en esa situación un caso especial del Análisis Factorial en el que los factores comunes explican el 100% de la varianza total.

La construcción de un índice compuesto a partir de un conjunto de subindicadores iniciales puede llevarse a cabo mediante la reducción de éstos en una serie de factores básicos, aunque esto solo es posible si existen subindicadores que den información adicional que puede ser obviada; es decir,

deben presentar una alta correlación entre ellos, puesto que de lo contrario todos aportan información sustancial y el número de factores no puede ser inferior al de indicadores originales.

#### 4. Normalización

Este proceso, fundamental para el análisis, consistió en transformar cada uno de los indicadores componentes a una escala unificada, que permitió hacerlos comparables e integrables entre sí. Esto, en ocasiones, puede implicar la realización de transformaciones de escala y/o correcciones de simetría para evitar que los valores extremos dominen los resultados y suavizar los cambios marginales según los niveles.

En el presente análisis, los subindicadores se encuentran expresados en distintos tipos de unidades, aunque los niveles en ambas escalas coinciden como se muestra a continuación:

- Escala de integración académica. 7 niveles identificados con un número ordinal.
- Escala de perfil socioeconómico. 7 categorías identificadas con una letra para cada categoría distinta.

Luego del análisis de las particularidades de esta investigación, se determinó que el método de normalización más adecuado para esta investigación era el de método de Ranking. Es el método de normalización más simple y consiste en clasificar cada indicador en un período o categoría. Las principales ventajas de este método son su simplicidad y la independencia a los valores atípicos.

Con respecto a la fórmula aplicada para el cálculo del Ranking se muestra enseguida:

$$y_t^i = \text{Rango}(x_i^t \in X)$$

## 5. Formulación del índice

### 5.1 Ponderación de las variables

El proceso inicial de esta etapa tuvo implicaciones generales significativas en el índice, ya que involucra asignar importancias relativas mayores a unas variables sobre otras. Existen distintas de metodologías aplicables para esta tarea, siendo las principales:

- Ponderación igualitaria
- Ponderación basada en métodos estadísticos
- ACP/AF: Análisis de Componentes Principales/Análisis factorial.
- Ponderación basada en opiniones de expertos o público general

**Ponderación igualitaria:** En algunos índices compuestos todas las variables poseen el mismo peso, sobre todo cuando no hay razones estadísticas o empíricas para elegir un esquema diferente. La ponderación igualitaria implica el reconocimiento de un estado equivalente para todas las variables.

**Análisis de componentes Principales/Análisis Factorial:** Este método permite generar una ponderación capaz de capturar la mayor cantidad de información común entre las variables.

Cada factor revela el conjunto de indicadores que posee la mayor asociación con él. La idea con este enfoque es dar cuenta de la variación más alta posible en las variables estudiadas utilizando el menor número posible de factores. Por lo tanto, el índice ya no depende de la dimensionalidad del conjunto de datos, pero se basa más bien en las dimensiones estadísticas de los datos. En este método, la ponderación sólo interviene para corregir la información de superposición de dos o más indicadores correlacionados, y no es una medida de la importancia del indicador asociado. Si no existen variables correlacionadas, los pesos no pueden ser estimados con este método.

## 5.2 Fórmula de cálculo

El índice se calculó a partir del perfil socioeconómico y el nivel de integración académica de los estudiantes. Para el numerador, se consideró el nivel de perfil socioeconómico al cual pertenezca el aplicante. Para el denominador, se consideró el nivel de integración académica. Finalmente, para obtener el índice se realizó una relación de razón entre el nivel de perfil socioeconómico y el nivel de integración académica. Considerando la correlación negativa del nivel de integración con la variable de salida, se otorgó un valor negativo al denominador.

## 6. Análisis prospectivo

El análisis estructural prospectivo permitió la descripción del sistema con la ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos, así como la determinación de las variables claves para la evolución de este.

Entre sus ventajas principales se encuentra su flexibilidad para tomar en consideración factores cualitativos.

Su desarrollo se realizó en tres fases:

- 1) Identificación de las variables. La primera etapa consistió en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas).
- 2) Relación entre variables. El análisis estructural se ocupó de relacionar las variables en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas.
- 3) Identificación clave de variables. Consistió en la identificación de variables claves, es decir, esenciales a la evolución del sistema, en primer lugar, mediante una clasificación directa (mediante sumas de valores de motricidad/influencia y de dependencia para cada una de las variables), y posteriormente, por una clasificación indirecta (llamada

MIC-MAC para Matrices de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación). Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación en potencia de la matriz. Los resultados anteriormente mencionados en términos de influencia y de dependencia de cada variable, se representaron sobre un plano.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Recolección de datos. Estadísticos descriptivos

#### 6.1.1 Reprobación

En la Tabla 11 y la Figura 4 se puede observar la distribución de participantes por carrera y el porcentaje de éstos que reportaron haber experimentado por lo menos un evento de reprobación en alguna asignatura de su programa curricular.

Tabla 11. Participantes y porcentajes de reprobación reportados, por prueba.

Carrera	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Prueba 4	
	Participantes	% reprobación						
Animación Digital	--	--	--	--	--	--	5	60%
Arquitectura	--	--	--	--	--	--	16	19%
Ingeniería en Automatización	13	54%	19	47%	8	75%	30	50%
Ingeniería Biomédica	3	67%	--	--	--	--	8	25%
Ingeniería Civil	10	60%	14	64%	25	68%	19	53%
Ingeniería Industrial y de Manufactura	7	57%	--	--	--	--	24	25%
<b>Total</b>	<b>33</b>	Porcentaje promedio= 60%	<b>33</b>	Porcentaje promedio= 56%	<b>33</b>	Porcentaje promedio= 72%	<b>102</b>	Porcentaje promedio= 39%

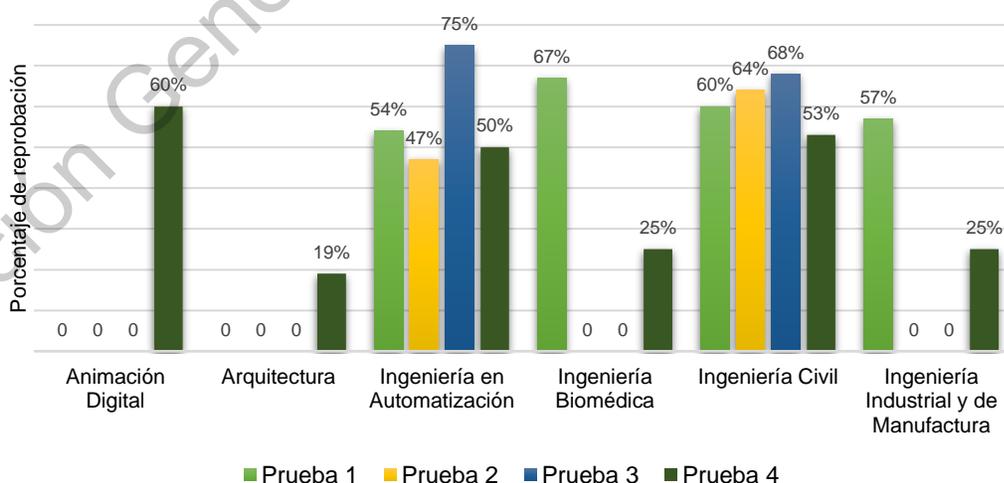


Figura 4. Porcentaje de reprobación reportado, por prueba y carrera

De lo anterior se puede observar que la mayoría de los participantes corresponden a las carreras de Ingeniería en automatización e Ingeniería civil. En ambas carreras los participantes reportaron los niveles de reprobación más altos.

### 6.1.2 Perfil socioeconómico

En la Tabla 12 y la Figura 5 se puede observar la distribución del nivel socioeconómico de los participantes, por prueba. Se puede notar que en las cuatro pruebas la mayor parte de los participantes, se ubicaron en los niveles A/B y C+.

Tabla 12. Distribución del NSE de los participantes

Nivel Socioeconómico	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
A/B	39%	37%	36%	41%
C+	45%	42%	42%	39%
C	9%	12%	15%	15%
C-	3%	6%	3%	3%
D+	0%	0%	0%	1%
D	3%	3%	3%	1%
E	0%	0%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%

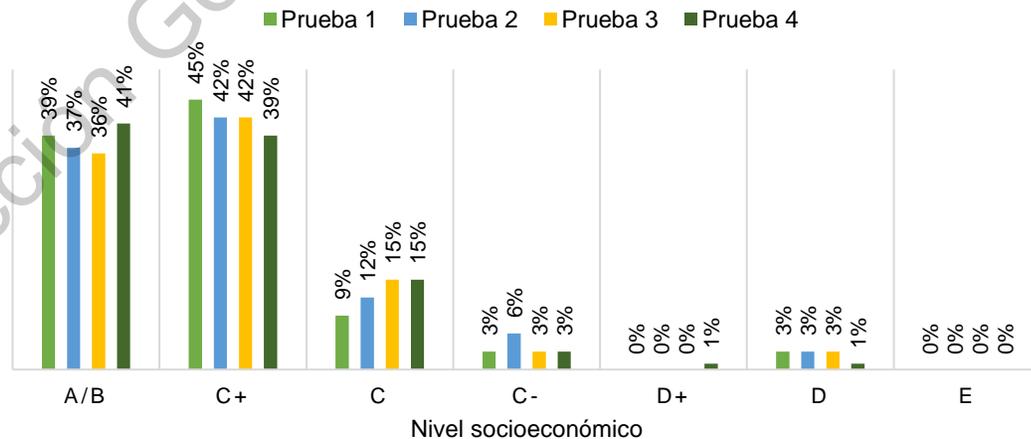


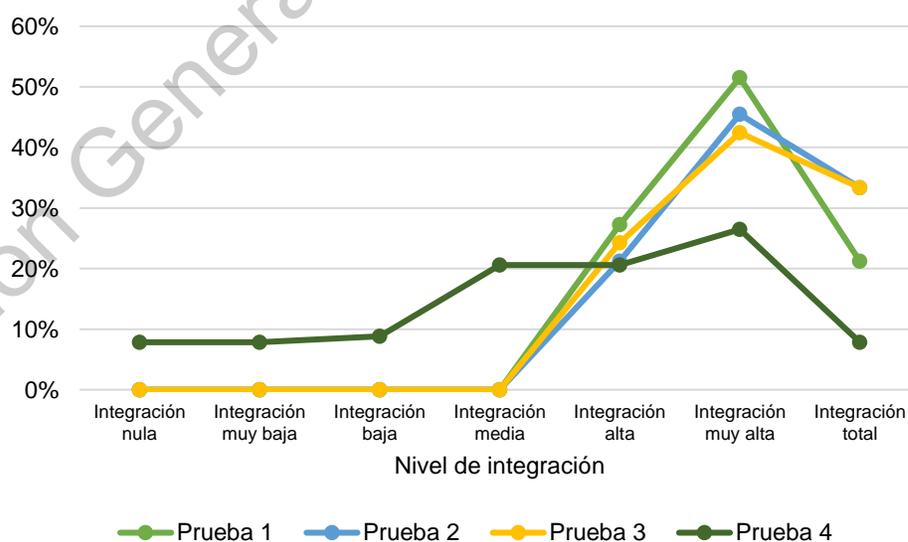
Figura 5. Nivel socioeconómico de los participantes, por prueba

## 6.1.2 Integración

En la Tabla 13 y en la Figura 6 se pueden observar los niveles de integración, en los cuales se ubicaron los participantes en las pruebas. Se puede notar que, en las primeras tres pruebas, los participantes reportaron niveles de integración alta, muy alta y total. En la cuarta prueba, la mayor parte de los participantes se identificaron en el nivel de integración muy alta, alta y media.

**Tabla 13. Distribución del nivel de integración de los participantes**

Nivel de Integración	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
Integración nula	0%	0%	0%	8%
Integración muy baja	0%	0%	0%	8%
Integración baja	0%	0%	0%	9%
Integración media	0%	0%	0%	21%
Integración alta	27%	21%	24%	21%
Integración muy alta	52%	45%	42%	26%
Integración total	21%	33%	33%	8%
Total	100%	100%	100%	100%



**Figura 6. Nivel de integración de los participantes, por prueba**

## 6.2 Análisis preliminar

### 6.2.1 Consistencia y fiabilidad

Las pruebas de fiabilidad se realizaron únicamente para el instrumento que mide la escala de integración debido al proceso de traducción y adaptación que se llevó a cabo para su uso en el contexto de estudio, con la finalidad de garantizar su validez y fiabilidad técnica para el desarrollo de esta investigación.

El instrumento utilizado para la medición del nivel socioeconómico no fue validado en el desarrollo de este estudio, debido a que de origen cuenta con un análisis técnico de fiabilidad realizado por la AMAI.

#### 6.2.1.1 Prueba 1

##### Integración

En la prueba 1 se midieron las diez variables de la integración del instrumento original. Las variables se enlistan en la Tabla 14, con los valores de alfa de Cronbach obtenidos para cada una de ellas.

Tabla 14. Valores alfa de Cronbach, prueba 1

Variable	Alfa de Cronbach
Contacto con el personal de la facultad	0.739
Apoyo de la Facultad	0.524
Interacción con estudiantes de ingeniería	0.861
Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	0.895
Comunicación profesional	0.892
Habilidades profesionales	0.823
Relaciones profesionales	0.862
Ambiente universitario	0.933
Adaptación a la ciudad	0.963
Apoyo de la Universidad	0.864

Como resultado de la primera prueba, se eliminaron del instrumento de medición las variables 5,6 y 7, debido a que corresponden a la dimensión de integración profesional.

### 6.2.1.2 Prueba 2

Con la eliminación previa de tres variables, en la segunda prueba se midieron las siete variables restantes del instrumento original. Las variables se presentan en la Tabla 15, con los valores de alfa de Cronbach obtenidos.

**Tabla 15. Valores alfa de Cronbach, prueba 2**

Variable	Alfa de Cronbach
Contacto con el personal de la facultad	0.791
Apoyo de la Facultad	0.581
Interacción con estudiantes de ingeniería	0.831
Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	0.885
Ambiente universitario	0.929
Adaptación al entorno	0.950
Apoyo de la Universidad	0.885

Como resultado de la prueba 2, se identificaron las variables 1 y 2 con los valores mas bajos de alfa de Cronbach. Estos niveles se encontraban fuera del nivel de aceptabilidad, por lo que la operacionalización de ambas variables fue ajustada para una siguiente prueba.

### 6.2.1.3 Prueba 3

En la tercera prueba, se agregó una variable nueva a las siete variables de la prueba anterior. El instrumento midió las ocho variables de la integración académica enlistadas en la Tabla 16 con su correspondiente valor de alfa de Cronbach.

**Tabla 16. Valores alfa de Cronbach, prueba 3**

Variable	Alfa de Cronbach
1. Contacto con el personal de la facultad	0.825
2. Apoyo de la Facultad	0.723
3. Interacción con estudiantes de ingeniería	0.754
4. Vinculación con estudiantes de ingeniería	0.804
5. Trabajo colaborativo con estudiantes de ingeniería	0.842
6. Ambiente universitario	0.777
7. Adaptación al entorno	0.856
8. Apoyo de la Universidad	0.906

De la prueba 3, se notó un incremento en el valor de la variable *1. Contacto con el personal de la facultad*, respecto a la prueba previa, sin embargo, las variables 2, 3 y 6 disminuyeron su valor de manera significativa. Por lo anterior se realizó un nuevo ajuste al instrumento para la realización de otra prueba.

#### 6.2.1.4 Prueba 4

Para la cuarta prueba, se reemplazaron algunas variables por otras que, de acuerdo con la literatura, son las principales variables explicativas de la integración académica. Del instrumento original se conservaron las variables *3. Interacción con el personal de la facultad*, *4. Apoyo de la Universidad* e *7. Interacción académica con pares*. Las variables y los valores de alfa de Cronbach obtenidos se presentan en la Tabla 17.

**Tabla 17. Valores alfa de Cronbach, prueba 4**

Variabes de la integración académica	Alfa de Cronbach
1. Interacción con los profesores dentro del aula.	0.890
2. Interacción con los profesores fuera del aula	0.864
3. Interacción con el personal de la facultad	0.924
4. Apoyo de la Universidad	0.907
5. Hábitos de estudio	0.878
6. Asistencia a clases	0.854
7. Interacción académica con pares	0.802

Como resultado de la prueba 4 se obtuvieron los mejores valores de alfa de Cronbach, con lo que se consiguió la validación de la escala de medición.

Recordando que el alfa de Cronbach es una medida estadística que evalúa las correlaciones existentes entre los ítems que miden una misma característica, sus valores óptimos se estiman en  $\geq 0.80$ . Esto permitió establecer que el instrumento desarrollado efectivamente mide las variables deseadas.

## 6.2.2 Análisis de correlación

Para determinar la fuerza de las relaciones entre las variables de estudio se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados se muestran a continuación.

### 6.2.2.1 Prueba 1

En la prueba 1 no se identificaron correlaciones significativas entre las variables de estudio, según se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 1**

		Perfil Socio-económico	Nivel de integración
Reprobación	Coeficiente de correlación	0.313	-0.120
	Sig. (bilateral)	0.076	0.507
	N	33	33
*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).			

### 6.2.2.2 Prueba 2

En la prueba 2 se identificaron correlaciones significativas entre la reprobación y el perfil socioeconómico y entre la reprobación y el nivel de integración, según se muestra en la Tabla 19.

**Tabla 19. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 2**

		Perfil Socio-económico	Nivel de integración
Reprobación	Coefficiente de correlación	-0.410*	0.347*
	Sig. (bilateral)	0.018	0.048
	N	33	33
*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).			

**6.2.2.3 Prueba 3**

En la prueba 3 se identificó una correlación significativa entre la reprobación y el nivel de integración. Por otra parte, no se identificó correlación significativa entre la reprobación y el perfil socioeconómico, de acuerdo con la Tabla 20.

**Tabla 20. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 3**

		Perfil Socio-económico	Nivel de integración
Reprobación	Coefficiente de correlación	-0.130	0.662**
	Sig. (bilateral)	0.470	0.001
	N	33	33
**. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).			

**6.2.2.4 Prueba 4**

En la prueba 4 se identificó una correlación significativa entre la reprobación y el nivel de integración. Por otra parte, la correlación entre la reprobación y el perfil socioeconómico también se mostró como significativa como se observa en la Tabla 21.

**Tabla 21. Correlaciones Rho de Spearman, prueba 4**

		Perfil Socio-económico	Nivel de integración
Reprobación	Coefficiente de correlación	0.867**	-0.874**
	Sig. (bilateral)	0.001	0.001
	N	102	102

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

De lo anterior se observa que, de manera individual, cada una de las variables independientes se correlacionan con la variable dependiente en un nivel significativo.

El análisis de correlación permitió estimar si las variables se encontraban relacionadas o no. El resultado del análisis fue un coeficiente de correlación que tomó valores entre -1 y +1. Si  $-1 < r < 0$ , existe una correlación negativa y si  $1 < r > 0$ , existe una correlación positiva. Cuando la correlación es negativa el índice indica una dependencia entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

### 6.2.3 Análisis de regresión

Se llevó a cabo el análisis de regresión logística para demostrar el nivel predictivo de las variables independientes sobre la variable dependiente. El resumen del modelo de regresión y el porcentaje de clasificación se muestran en las Tabla 22 y 23.

**Tabla 22. Resumen del modelo de regresión logística**

Paso	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke	R cuadrado de McFadden
1	6.469 <sup>a</sup>	0.733	0.978	0.978

**Tabla 23. Tabla de clasificación**

Observado		Pronosticado		Porcentaje correcto
		Reprobado No	Sí	
Reprobado	No	52	1	98.1
	Sí	0	49	100.0
Porcentaje global				99.0

La R cuadrada de Cox y Snell es un coeficiente de determinación generalizado que se utiliza para estimar la proporción de varianza de la variable dependiente explicada por las variables predictoras. Sus valores oscilan entre 0 y 1.

La R cuadrada de Nagelkerke es una versión corregida de la R cuadrada de Cox y Snell. La R cuadrada de Cox y Snell tiene un valor máximo inferior a 1, incluso para un modelo “perfecto”. La R cuadrada de Nagelkerke corrige la escala del estadístico para cubrir el rango completo de 0 a 1.

En el caso de esta investigación, el modelo (conjunto de variables independientes) es significativo, explica entre el 0.733 y el 0.978 de la variable dependiente, y clasifica correctamente el 99% de los casos, por tanto, se aceptó el modelo.

### 6.2.3.1 Probabilidades y efectos marginales del modelo

Una vez comprobado el ajuste del modelo, se procedió a la estimación de los odds ratio y de los efectos marginales. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 24.

**Tabla 24. Odds ratio y efectos marginales**

Variable	Odd ratio	Efecto marginal
Perfil socioeconómico	2.158758	0.06328452
Nivel de integración	5.45E-11	-0.19435115

Los odds ratio se refieren al número de veces que es más probable que ocurra un fenómeno frente a que no ocurra.

La interpretación de los odds ratio se realiza basada en que su valor sea mayor, menor o igual a 1, de manera que:

- Menor a 1: la ocurrencia de la alternativa 1 tiene menor probabilidad que la ocurrencia de la alternativa 0.
- Igual a 1: la ocurrencia de las alternativas 1 y 0 tienen igual probabilidad de ocurrencia.
- Mayor a 1: la ocurrencia de la alternativa 1 tiene mayor probabilidad de ocurrencia que la alternativa 0.

En este caso se puede interpretar que es mayor la probabilidad de que considerando el perfil socioeconómico un estudiante enfrente un evento de reprobación, a la probabilidad de que un evento de este tipo se presente sin considerar esta variable. Por su parte, el odd ratio del Nivel de integración indica que la probabilidad de que considerando esta variable un estudiante enfrente un evento de reprobación es menor.

En cuanto a los efectos marginales, estos señalan que considerando el nivel de perfil socioeconómico es 6.33% más probable que un estudiante repruebe, en comparación con el 19.43% menos probable que este evento ocurra en relación con su nivel de integración académica.

### **6.2.3.2 Ecuación del modelo de regresión**

Del análisis de regresión, además se obtuvo la ecuación de regresión, como se muestra enseguida:

$$Y=79.621-20.334(\text{integración}) + 0.770(\text{perfil socioeconómico})$$

En donde:

Y= Probabilidad de un estudiante de enfrentar un evento de reprobación en por lo menos una materia.

## 6.2.4 Análisis de componentes principales

Se realizó el análisis de componentes principales para determinar si la escala podía ser reducida y obtener información significativa estudiando una menor cantidad de variables.

En primer lugar, se llevaron a cabo las pruebas de Kaiser, Meyer y Olkin (KMO) y de esfericidad de Bartlett, para determinar si el conjunto de variables consideradas era significativo y el tamaño de la muestra adecuado.

Los resultados de ambas pruebas se muestran en la Tabla 25.

**Tabla 25. Pruebas de KMO y esfericidad de Bartlett**

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0.774	
	Aprox. Chi-cuadrado	1404.012
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	210
	Sig.	0.000

Para la prueba KMO cuanto más cerca de 1 sea el valor obtenido, implica que la relación entre las variables es alta. El valor obtenido en esta prueba fue de 0.774, por lo que se considera un valor aceptable.

Respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett, si Sig. < 0.05 se puede aplicar el análisis de componentes principales. El resultado obtenido fue de < 0.05, por lo que se confirmó que la prueba podía ser realizada con esta muestra.

Posteriormente se obtuvo el valor de las comunalidades, como se muestra en la Tabla 26.

**Tabla 26. Comunalidades**

Ítem	Inicial	Extracción
1. Mis interacciones con los profesores son generalmente positivas.	1.000	.856
2. Mis hábitos y destrezas de estudio se ven reflejados en mis calificaciones.	1.000	.761
3. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores fuera del horario de clases para aclarar dudas o inquietudes.	1.000	.836

Ítem	Inicial	Extracción
4. Puedo comunicarme fácilmente con con el personal de la Facultad cuando requiero de algún apoyo.	1.000	.873
5. La Universidad apoya mi bienestar general.	1.000	.813
6. Muy raras veces me ausento de mis clases.	1.000	.733
7. Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería.	1.000	.742
8. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores si tengo algún problema o inquietud.	1.000	.672
9. Mis hábitos de estudio son adecuados para responder a las exigencias académicas de la carrera.	1.000	.843
10. Me siento cómodo interactuando con los profesores fuera del aula de clase (por ejemplo, en una asesoría, dinámica al aire libre, visita industrial, etc).	1.000	.766
11. Mis interacciones con el personal de la Facultad son generalmente positivas.	1.000	.794
12. La Universidad se interesa en mi bienestar.	1.000	.812
13. Difícilmente faltó a mis clases.	1.000	.837
14. Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería.	1.000	.787
15. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.	1.000	.668
16. Mis hábitos de estudio son adecuados y suficientes para responder a las exigencias de la carrera.	1.000	.804
17. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme fuera del aula y horario de clase cuando lo requiero.	1.000	.785
18. El personal de la Facultad tiene disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.	1.000	.867
19. Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.	1.000	.815
20. Es muy difícil que me ausente de mis clases.	1.000	.796
21. Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.	1.000	.698

Método de extracción: análisis de componentes principales.

La comunalidad de una variable es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido. Observado las comunalidades de la extracción se pueden observar cuáles de las variables son las menormente explicadas por el modelo.

A partir de la tabla de comunalidades se puede plantear si el número de factores obtenidos es suficiente para explicar todas y cada una de las variables incluidas en el análisis.

El número de factores obtenidos se puede observar en la Tabla 27 de la Varianza total explicada.

**Tabla 27. Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5.807	27.651	27.651	5.807	27.651	27.651
2	3.075	14.645	42.296	3.075	14.645	42.296
3	2.340	11.145	53.441	2.340	11.145	53.441
4	2.139	10.188	63.629	2.139	10.188	63.629
5	1.731	8.245	71.874	1.731	8.245	71.874
6	1.465	6.977	78.850	1.465	6.977	78.850
7	.668	3.179	82.030			
8	.517	2.461	84.491			
9	.485	2.310	86.801			
10	.408	1.943	88.744			
11	.358	1.706	90.450			
12	.307	1.461	91.911			
13	.295	1.403	93.314			
14	.273	1.299	94.613			
15	.245	1.169	95.781			
16	.191	.912	96.693			
17	.186	.885	97.578			
18	.155	.738	98.316			
19	.149	.711	99.026			
20	.114	.541	99.567			
21	.091	.433	100.000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

## 6.2.5 Análisis Factorial

En la Tabla 27 de Varianza total explicada se ofrece un listado de los autovalores de la matriz de varianzas-covarianzas y del porcentaje de varianza que representa cada uno de ellos. Los autovalores expresan la cantidad de la varianza total que está explicada por cada factor; y los porcentajes de varianza explicada asociados a cada factor se obtienen dividiendo su correspondiente autovalor por la suma de los autovalores. Por defecto, se extrajeron tantos factores como autovalores mayores a 1, por lo que el procedimiento extrajo 6 factores que consiguen explicar el 78.85% de la varianza de los datos originales. En la Tabla 28 se encuentra la solución factorial propiamente dicha.

**Tabla 28. Matriz de componente**

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
1. Mis interacciones con los profesores son generalmente positivas.	.845	-.203	-.218	-.097	-.204	.047
2. Mis hábitos y destrezas de estudio se ven reflejados en mis calificaciones.	.145	.552	.128	-.553	-.148	-.300
3. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores fuera del horario de clases para aclarar dudas o inquietudes.	.814	-.078	-.201	-.035	-.336	.111
4. Puedo comunicarme fácilmente con el personal de la Facultad cuando requiero de algún apoyo.	.657	-.021	-.014	.153	.613	-.207
5. La Universidad apoya mi bienestar general.	.408	.046	.737	-.023	-.047	.313
6. Muy raras veces me ausento de mis clases.	.201	.533	.031	.609	-.178	-.066
7. Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería.	.016	.546	-.469	.022	.307	.360
8. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores si tengo algún problema o inquietud.	.710	-.149	-.289	-.165	-.188	-.001
9. Mis hábitos de estudio son adecuados para responder a las exigencias académicas de la carrera.	.173	.657	.086	-.520	-.092	-.310
10. Me siento cómodo interactuando con los profesores fuera del aula de clase (por ejemplo, en una asesoría, dinámica al aire libre, visita industrial, etc).	.792	-.097	-.243	-.069	-.256	.020
11. Mis interacciones con el personal de la Facultad son generalmente positivas.	.628	-.115	-.084	.041	.594	-.157

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
12. La Universidad se interesa en mi bienestar.	.440	.055	.729	-.110	.135	.232
13. Dificilmente faltó a mis clases.	.163	.490	.082	.693	-.137	-.255
14. Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería.	-.022	.655	-.309	-.043	.232	.453
15. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.	.794	-.110	-.119	-.015	-.106	-.004
16. Mis hábitos de estudio son adecuados y suficientes para responder a las exigencias de la carrera.	.089	.643	.099	-.474	.099	-.371
17. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme fuera del aula y horario de clase cuando lo requiero.	.836	-.019	-.164	.016	-.241	.002
18. El personal de la Facultad tiene disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.	.657	-.100	.093	.155	.593	-.204
19. Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.	.409	.064	.697	-.092	-.020	.386
20. Es muy difícil que me ausente de mis clases.	.204	.473	.234	.610	-.249	-.204
21. Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.	.132	.570	-.284	-.007	.067	.520

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 6 componentes extraídos.

De la matriz de componente se puede observar que cada componente se conforma con los ítems con los mayores niveles de correlación. Por lo que el componente 1 incluye a los ítems de las variables *Interacción con los profesores dentro del aula*, *Interacción con el personal de la Facultad* y *Apoyo de la Universidad*. El componente 2 incluye a los ítems de las variables *Interacción con los profesores fuera del aula* e *Interacción académica con pares*. El componente 3 incluye a los ítems de la variable *Hábitos de estudio*. Por su parte el componente 4 abarca los ítems de la variable *Asistencia a clases*. Finalmente, los componentes 5 y 6 incluyen de nueva cuenta los ítems de las variables *Apoyo de la universidad* e *Interacción con pares*.

Es de notar que los mejores niveles de correlación se presentaron en las variables incluidas en el componente 1.

De lo anterior se observa que todas las variables estudiadas se incluyen en los componentes que explican la mayor parte de la varianza, por lo que no se resultó factible realizar una reducción de datos.

### 6.3 Normalización

En este paso se transformó cada una de las variables componentes en una escala unificada, que permitió hacerlos comparables e integrables entre sí.

Como primer paso de la normalización, se estableció el ranking de normalización asignando a las categorías del nivel socioeconómico una escala semejante a la del nivel de integración de acuerdo con lo siguiente:

- Nivel A/B = 7
- Nivel C+ = 6
- Nivel C = 5
- Nivel C- = 4
- Nivel D+ = 3
- Nivel D = 2
- Nivel E = 1

Posterior al establecimiento del ranking, la normalización de ambas variables quedó conforme a los mostrado en la Tabla 29.

**Tabla 29. Normalización de las variables independientes**

	<b>Perfil SE</b>	<b>Nivel</b>	<b>Integración</b>	
Nivel más alto	Nivel A/B	<b>7</b>	Total	Nivel más alto
	Nivel C+	<b>6</b>	Muy alta	
	Nivel C	<b>5</b>	Alta	
	Nivel C-	<b>4</b>	Media	
	Nivel D+	<b>3</b>	Baja	
	Nivel D	<b>2</b>	Muy baja	
Nivel más bajo	Nivel E	<b>1</b>	Nula	Nivel más bajo

## 6.4 Formulación del índice

### 6.4.1 Ponderación

Se realizó el Análisis Factorial de donde se obtuvieron los pesos, cargas o ponderaciones factoriales. Los pesos factoriales indican el peso de cada variable en cada factor y de acuerdo con la Tabla 30, ambas variables independientes presentaron el mismo peso factorial considerando el valor absoluto.

Tabla 30. Matriz de componente para ponderación

	Componente
	1
Perfil Socioeconómico	.926
Nivel de integración	-.926

a. 1 componentes extraídos.

De la obtención de un peso factorial igual se estableció que la ponderación dentro del índice para ambas variables independientes es de 0.5.

### 6.4.2 Fórmula

Una vez que se estableció la ponderación para cada una de las variables se realizó la fórmula de cálculo del índice como se muestra enseguida:

$$\text{Índice PSE} - IA = \frac{P * 0.5}{(I * (-0.5))}$$

En donde:

P=Nivel del Perfil Socioeconómico

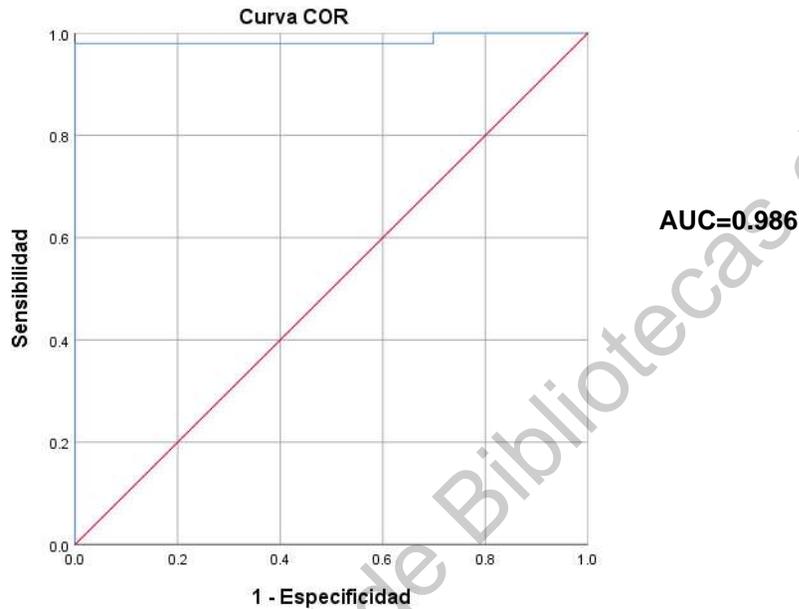
I= Nivel de Integración Académica

Nivel de desagregación:

- Geográfico: Universidad Autónoma de Querétaro

- General: Estudiantes de ingeniería
- Otros ámbitos: Estudiantes de los primeros tres semestres

Se realizó una curva ROC para verificar la exactitud del índice para clasificar correctamente a los estudiantes en las dos categorías de la variable de salida, como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7. Curva ROC**

El valor de AUC (área bajo la curva) obtenido, se encuentra dentro de los parámetros óptimos, por lo que se establece que la exactitud del índice es adecuada.

#### **6.4.3 Comprobación del modelo**

Se dividió el conjunto de datos para la comprobación del modelo. Con la primera mitad de los datos, se calculó nuevamente la regresión logística para comprobar el nivel predictivo de las variables independientes sobre la variable dependiente, así como la bondad de ajuste. El resumen del modelo de comprobación recalculado y el porcentaje de clasificación se muestran en las Tablas 31 y 32.

**Tabla 31. Resumen del modelo recalculado de regresión logística**

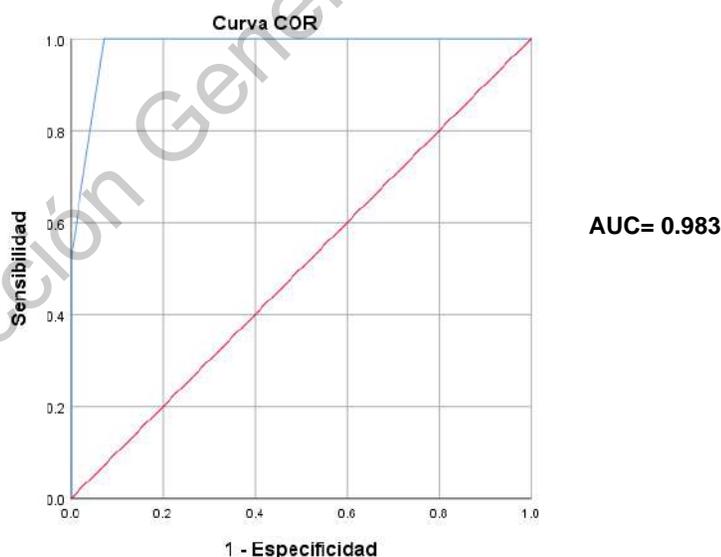
Paso	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke	R cuadrado de McFadden
1	0.000 <sup>a</sup>	0.750	1.000	1.000

**Tabla 32. Tabla de clasificación**

Observado		Pronosticado		Porcentaje correcto
		Reprobado No	Sí	
Reprobado	No	25	0	100.0
	Sí	0	26	100.0
Porcentaje global				100.0

Del modelo recalculado para comprobación, se confirma que el conjunto de variables independientes es significativo, ya que explica entre el 0.750 y el 1.000 de la varianza de la variable dependiente contra 0.733 y el 0.978 del modelo original; y clasifica correctamente el 100% de los casos contra el 99% del modelo original, por tanto se comprueba la significancia predictiva de las variables independientes sobre la variable dependiente.

Posteriormente, con la segunda mitad de datos se realizó el cálculo de una nueva curva ROC para comprobar la exactitud del índice, obteniendo los resultados que se muestran en la Figura 8.



**Figura 8. Curva ROC de comprobación**

El valor de AUC obtenido en el modelo de comprobación, se encuentra dentro de los parámetros óptimos, por lo que se confirma que la exactitud del índice es adecuada.

#### **6.4.4 Interpretación del índice**

De la aplicación de la fórmula de cálculo del índice se obtiene un único valor que integra una razón de relación entre el perfil socioeconómico y el nivel de integración de cada uno de los participantes. Como se mostró previamente al existir una correlación negativa entre una de las variables independientes y la variable de salida, los valores obtenidos en el cálculo son negativos. De lo observado en el apartado de odds ratio y probabilidades, y considerando la relación entre las dos variables explicativas se establece que cuanto más elevado es el valor negativo del índice es menor la probabilidad de reprobación de un estudiante. Y, por el contrario, cuanto menor sea el valor negativo la probabilidad de reprobación aumenta.

## 6.5 Análisis prospectivo. Aplicación del índice en contextos diversos

Para la realización del análisis prospectivo de esta investigación, debido a que se enfocó en la aplicación de este índice en diversos contextos, se establecieron las variables más relevantes para la observación, recolección, medición y análisis de los datos que alimentan al Índice PSE-IA en carreras e instituciones educativas distintas a la FI-UAQ. Esto implica que, en un escenario de aplicación distinto, es en estas variables en las que se deberá prestar mayor atención para un empleo satisfactorio del índice.

Los resultados del desarrollo de cada una de las fases del análisis estructural prospectivo se presentan a continuación.

- **Fase 1. Identificación de las variables:** El primer paso consistió en elaborar un listado de variables explicativas, con sus definiciones. Estas variables son las que intervinieron principalmente en la observación, recolección, medición y análisis de datos. Las variables se enlistan en la Tabla 33.

Tabla 33. Inventario de variables

	Variables	Etiqueta	Descripción
1	Motivación, Disposición y Participación del Personal Académico.	MDPPA	Se entiende por el ánimo, interés y voluntad del docente y autoridades académicas para permitir y apoyar el desarrollo de la investigación.
2	Motivación, Disposición y Participación Personal del Estudiante.	MDPPE	Se entiende por el ánimo, interés y voluntad del estudiante para participar en la investigación.
3	Ambiente de Aplicación	AMAP	Características del espacio en el que el estudiante atiende a la prueba, ya sea en el entorno escolar (en el caso de la aplicación presencial), o en un entorno externo (en el caso de la aplicación virtual).
4	Consideraciones Éticas	CONET	Refiere a los aspectos que por normativa y ley deben ser considerados para el correcto uso y manejo de los datos recolectados.

Variables		Etiqueta	Descripción
5	Disposición de Recursos para la Participación	DRPAR	Refiere a los recursos académicos, tecnológicos y de cualquier índole, que posibilitan el acceso y la participación del estudiante en la prueba.
6	Adaptación de Contenidos y Estrategias a las Necesidades	ACEN	Proceso desarrollado por el investigador responsable para mejorar la comprensión de contenido del instrumento de recolección y los medios de aplicación de este, de acuerdo con las necesidades de los participantes.
7	Actuación E Influencia del Profesor	AEIP	Refiere al impacto generado por el accionar del profesor cuando la aplicación del instrumento se realiza de forma presencial y el docente se encuentra en el aula e interviene (por breve que sea su intervención) en la aplicación.
8	Tiempo Limitado	TILIM	Las restricciones de tiempo que ocurren en el proceso de responder el instrumento de recolección.
9	Uso y Manejo de las TIC por Parte del Estudiante	UMTPE	Apropiación de las TIC para acceder y responder al instrumento de recolección en su modalidad virtual.
10	Interrupciones en el Proceso de Respuesta	IPRES	Obstáculos de cualquier índole que entorpecen el proceso de responder el instrumento.
11	Desinterés Hacia La Participación	DHLP	Sentimientos de desmotivación, estrés, ansiedad y apatía hacia la participación en la prueba.
12	Enfoque Comunicativo	ENCOM	Apertura del investigador responsable para recibir retroalimentación por parte de los participantes.
13	Manejo de Software Especializado	MSEPD	Conocimiento necesario del investigador responsable, para el procesamiento y análisis de los datos recolectados.
14	Conocimientos de Estadística	CONEST	Conocimiento necesario del investigador responsable, para la interpretación de la información obtenida del procesamiento y análisis.

Se identificaron un total de 14 variables involucradas para la aplicación del instrumento de recolección e interpretación de los resultados obtenidos.

- **Fase 2. Relación entre variables:** Para Godet (1997) todo sistema es complejo y dinámico, y cada variable dentro del mismo ejerce de alguna forma una influencia directa o indirecta, fuerte o débil, y que puede ser una accionante o una resultante dentro de todo el ciclo, por ello, a través de una de matriz de motricidad (influencia) – dependencia, se estudian cómo se comportan dichas variables.

Para el llenado de la matriz se estableció ante cada pareja de variables (columna por fila) si existía alguna influencia, y de existir cual era el grado 1 si era débil, 2 si era moderada, 3 si era fuerte y 4 si era Potencial. La matriz resultante se muestra en la Tabla 34.

**Tabla 34. Matriz de influencia**

	1.MDPPA	2.MDPPE	3.AMAP	4.CONET	5.DRPAR	6.ACEN	7.AEIP	8.TILIM	9.UMTPE	10.IPRES	11.DHLP	12.ENCOM	13.MSEP	14.CONEST	SUMA TOTAL
1.MDPPA		2	2	3	2	1	4	3	1	2	3	1	3	3	<b>32</b>
2.MDPPE	1		2	1	2	4	2	2	3	2	4	3	1	1	<b>27</b>
3.AMAP	1	4		1	3	1	3	3	1	4	3	2	1	1	<b>28</b>
4.CONET	3	4	1		1	4	3	1	1	1	4	2	1	1	27
5.DRPAR	1	4	1	1		4	2	4	2	2	3	1	1	1	27
6.ACEN	1	4	1	2	1		1	1	1	1	2	1	1	1	18
7.AEIP	1	3	3	3	3	2		4	1	4	3	3	1	1	<b>32</b>
8.TILIM	1	3	3	1	1	3	1		2	2	2	3	1	1	24
9.UMTPE	1	2	2	1	1	4	1	3		3	1	1	1	1	22
10.IPRES	1	3	2	1	1	1	1	4	1		1	1	1	1	19
11.DHLP	1	3	2	1	1	4	3	1	1	4		3	1	1	<b>26</b>
12.ENCOM	1	2	2	3	2	3	1	1	1	1	2		1	1	21
13.MSEP	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1		1	15
14.CONEST	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1		15
<b>SUMA TOTAL</b>	15	<b>38</b>	23	20	20	<b>39</b>	24	<b>29</b>	17	<b>28</b>	<b>30</b>	23	15	15	

En primera instancia, se destacaron las variables con mayor dependencia e influencia dentro de la matriz a partir de la suma total de las puntuaciones asignadas, por ello se consideró que las variables con mayor dependencia son: Adaptación de Contenidos y Estrategias a las Necesidades, Motivación, Disposición y Participación Personal del Estudiante, Desinterés Hacia La Participación, Tiempo Limitado e Interrupciones en el Proceso de Respuesta. Por su parte, las variables con mayor influencia son: Motivación, Disposición y Participación del Personal Académico, Actuación E Influencia del Profesor, Ambiente de Aplicación, Motivación, Disposición y Participación Personal del Estudiante y Desinterés Hacia La Participación.

A continuación, se realizó el cálculo de motricidad y dependencia de las variables, tal como se muestra en la Tabla 35.

**Tabla 35. Motricidad y dependencia**

Variables	Etiqueta	Valores de motricidad	Porcentaje	Valores de dependencia	Porcentaje	Valor total dependencia /motricidad	Porcentaje
Motivación, Disposición y Participación del Personal Académico.	MDPPA	15	4.46	<u>32</u>	9.61	47	7.02
Motivación, Disposición y Participación Personal del Estudiante.	MDPPE	<u>38</u>	11.31	<u>27</u>	8.11	<u>65</u>	9.72
Ambiente de Aplicación	AMAP	23	6.85	<u>28</u>	8.41	51	7.62
Consideraciones Éticas	CONET	20	5.95	27	8.11	47	7.02
Disposición de Recursos para la Participación	DRPAR	20	5.95	27	8.11	47	7.02
Adaptación de Contenidos y Estrategias a las Necesidades	ACEN	<u>39</u>	11.61	18	5.41	<u>57</u>	8.52
Actuación E Influencia del Profesor	AEIP	24	7.14	<u>32</u>	9.61	<u>56</u>	8.37
Tiempo Limitado	TILIM	<u>29</u>	8.63	24	7.21	<u>53</u>	7.92
Uso y Manejo de las TIC por Parte del Estudiante	UMTPE	17	5.06	22	6.61	39	5.83

Variables	Etiqueta	Valores de motricidad	Porcentaje	Valores de dependencia	Porcentaje	Valor total dependencia /motricidad	Porcentaje
Interrupciones en el Proceso de Respuesta	IPRES	<u>28</u>	8.33	19	5.71	47	7.02
Desinterés Hacia La Participación	DHLP	<u>30</u>	8.93	<u>26</u>	7.81	<u>56</u>	8.37
Enfoque Comunicativo	ENCOM	23	6.85	21	6.31	44	6.58
Manejo de Software Especializado	MSEPD	15	4.46	15	4.5	30	4.48
Conocimientos de Estadística	CONEST	15	4.46	15	4.5	30	4.48
	Totales	336	100	333	100	669	100

De acuerdo con la Tabla 35, al ponderar los resultados las variables Motivación, Disposición y Participación Personal del Estudiante; y Desinterés Hacia La Participación obtuvieron un alto índice de influencia, dependencia y combinación de influencia/dependencia teniendo un 11.31%, 8.11% y 9.72; y 8.93%, 7.81% y 8.37% respectivamente.

- **Fase 3. Identificación clave de variables.** En la Figura 9 se muestra el Plano de Motricidad-Dependencia, luego de relacionar las 14 variables para la observación, recolección, medición y análisis de los datos que alimentan al Índice PSE-IA.

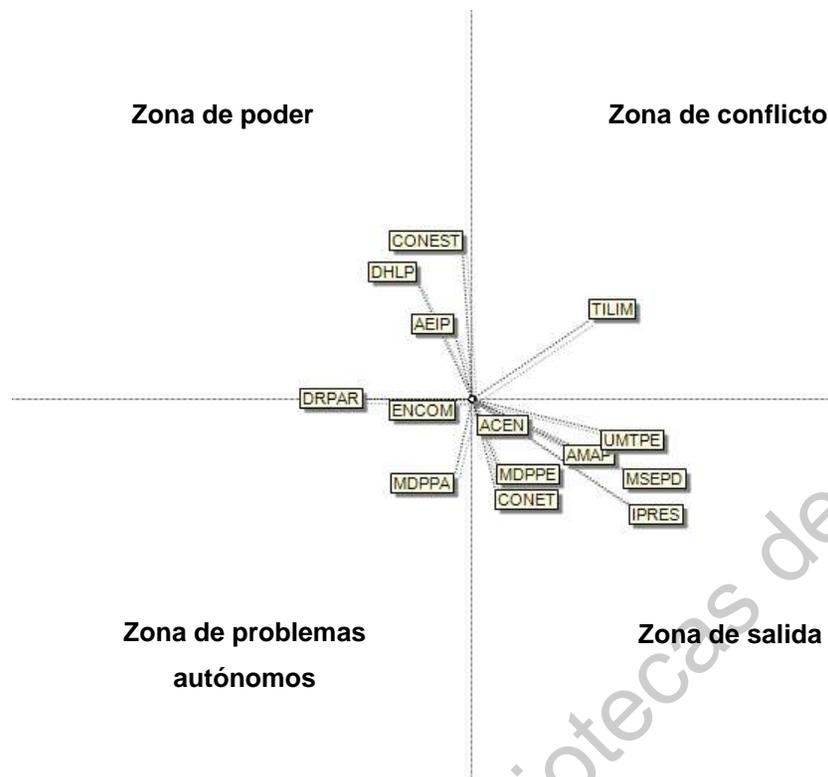


Figura 9. Mapa de influencia por dependencia directa

En la Figura 9 puede observarse la agrupación de las variables de acuerdo con su posición, por lo que se entiende que:

- a) Las variables influyentes en la **zona de poder** son: Conocimientos de Estadística, Desinterés Hacia La Participación y Actuación e Influencia del Profesor. Estas variables ante una ejecución de estrategias efectivas basadas en la potenciación de sus características podrían mejorar y desarrollar cambios realmente significativos dentro del sistema.
- b) Las variables en la **zona de salida**, que son resultantes, o más dependientes de menor influencia, son: Adaptación de Contenidos y Estrategias a las Necesidades; Motivación, Disposición y Participación Personal del Estudiante; Consideraciones Éticas; Ambiente de Aplicación; Uso y Manejo de las TIC por Parte del Estudiante; Manejo de Software Especializado e; Interrupciones en

el Proceso de Respuesta. En este caso, las variables pueden mejorarse al efectuar, en un periodo de tiempo razonable, actividades que satisfagan las demandas del sistema y de todos los factores que lo rodean.

- c) Las variables que tienen poca motricidad y poca dependencia se ubican en la **zona de problemas autónomos**, las cuales son: Disposición de Recursos para la Participación, Enfoque Comunicativo y Motivación, Disposición y Participación del Personal Académico. En esta zona, se encuentran el foco de las estrategias a desarrollar, que son, problemas que indirectamente afectan el sistema a largo plazo.
- d) Finalmente, la **zona de conflicto** comprende las variables de riesgo alto, que necesitan ser atendidas a la brevedad puesto que poseen gran influencia y al poseer mayor dependencia pueden ser tratadas fácilmente. La variable en esta zona es: Tiempo Limitado.

Estas relaciones que convergen dentro del sistema, todas resultantes de distintos procesos que se producen en el mismo contexto de manera directa o indirecta producen resultados positivos o negativos en la utilización del Índice PSE-IA, por lo que conviene analizar partiendo del análisis estructural desarrollado cuáles son las estrategias y acciones por tomar para su correcta utilización, considerando todas las características del contexto en el que pretenda emplearse.

## VII. CONCLUSIONES

A través de las distintas pruebas estadísticas se logró establecer la fiabilidad de ambas escalas de medición: Integración académica y Perfil Socioeconómico, por lo que la evidencia sugiere que el instrumento desarrollado es adecuado para la medición de las características deseadas. Por su parte, mediante el análisis de correlación, se identificó una relación significativa entre las variables independientes y la variable dependiente lo que permitió la posterior integración del índice considerando ambas variables. Del análisis de regresión se obtuvo el modelo predictivo para el cálculo de la probabilidad de un estudiante de reprobación, de acuerdo con perfil socioeconómico y su nivel de integración académica. De lo anterior, se concluye que los objetivos particulares de esta investigación fueron alcanzados satisfactoriamente.

Finalmente, empleando el análisis estructural prospectivo se identificaron las variables principales que deben tenerse en cuenta para la utilización del índice PSE-IA en contextos distintos al área de ingeniería, abarcando desde la recolección de datos y hasta el análisis e interpretación de estos.

### **Recomendaciones para el empleo del Índice PSE-IA**

Una consideración importante que realizar en las investigaciones que refieren al campo educativo es su particular naturaleza “tropicalizada”, ya que cada institución educativa atiende a poblaciones con características particulares, de acuerdo con la zona geográfica y las características sociales, culturales y poblacionales derivadas de este elemento. El desarrollo de este indicador se basó en la observación, medición y análisis de las variables independientes en el contexto académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Para su uso y aplicación en contextos distintos al mencionado, metodológicamente el primer paso sería establecer que, en el contexto

deseado, las variables independientes tienen una relación significativa con la variable de salida; así como el sentido de esa relación, es decir, si es positiva o negativa.

Debe considerarse que, en el caso de esta investigación, la relación de una de las variables independientes (integración) con la variable de salida, resultó de naturaleza negativa, lo cual se reflejó en la fórmula de cálculo. Por lo que, se debe tener en cuenta esta consideración al emplearse el índice PSE-IA en un contexto diferente, en donde la relación entre esta variable y la reprobación puede ser de naturaleza distinta. De lo anterior, se deriva que la existencia de correlación entre las variables independientes con la variable de salida es una condición necesaria para el empleo del índice.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## VIII. REFERENCIAS

Abdulkadir, M. D., M. Mohamed Omar, and M. Abdullahi Aden. 2016. Socioeconomic Status and Academic Achievement at Secondary Schools in Mogadishu-Somalia. *Int. Encycl. Soc. Behav. Sci.* 924–930. doi:10.1016/B978-0-08-097086-8.92141-X. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978008097086892141X>

Agualongo Quelal, D. E., and A. C. Garcés Alencastro. 2020. El nivel socioeconómico como factor de influencia en temas de salud y educación. *Rev. Vínculos.* 5:19–27. doi:10.24133/vinculosespe.v5i2.1639.

Ahmad, F., N. H. Ismail, and A. A. Aziz. 2015. The prediction of students' academic performance using classification data mining techniques. *Appl. Math. Sci.* 9:6415–6426. doi:10.12988/ams.2015.53289.

Al-Sheeb, B. A., A. M. Hamouda, and G. M. Abdella. 2019. Modeling of student academic achievement in engineering education using cognitive and non-cognitive factors. *J. Appl. Res. High. Educ.* doi:10.1108/JARHE-10-2017-0120.

Badii, M. H., J. Castillo, K. Cortes, and H. Quiroz. 2007. Análisis de clusters. *Técnicas Cuantitativas en la Investig.* 15–36.

Bahadır, E. 2016. Using neural network and logistic regression analysis to predict prospective mathematics teachers' academic success upon entering graduate education. *Kuram ve Uygulamada Egit. Bilim.* 16:943–964. doi:10.12738/estp.2016.3.0214.

Banerjee, P. A. 2016. A systematic review of factors linked to poor academic performance of disadvantaged students in science and maths in schools. *Cogent Educ.* 3:1–17. doi:10.1080/2331186X.2016.1178441.

Blackie, M., K. le Roux, and S. McKenna. 2016. Possible futures for science and engineering education. *High. Educ.* 71:755–766. doi:10.1007/s10734-015-9962-y.

Blums, A., J. Belsky, K. Grimm, and Z. Chen. 2017. Building Links Between Socioeconomic Status, Cognitive Ability, and Math and Science Achievement. *J. Cogn. Dev.* 18:16–40. doi:10.1080/15248372.2016.1228652.

Boles, W., and K. Whelan. 2016. Barriers to student success in engineering education. *Eur. J. Eng. Educ.* doi:<http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1189879>.

Bondarouk, T., H. Ruel, K. Guiderdoni-Jourdain, and E. Oiry. 2009. E-Transformation and Human Resources Management Technologies: Organizational Outcomes and Challenges.

Camacho, C. 2016. Coeficiente de correlación parcial en SPSS. Univ. Sevilla. 1–17.

Cazares-Mendoza, D. C. 2016. Reprobación y deserción. Elementos para el análisis de la equidad y la eficacia escolar. Primera Ed.

Cedeño, L. F., R. Martínez-Arias, and J. A. Bueno. 2016. Implications of Socioeconomic Status on Academic Competence: A Perspective for Teachers. *Int. Educ. Stud.* 9:257. doi:10.5539/ies.v9n4p257.

Gen, L., D. Ruta, L. Powell, B. Hirsch, and J. Ng. 2016. Quantitative approach to collaborative learning: performance prediction, individual assessment, and group composition. *Int. J. Comput. Collab. Learn.* 11:187–225. doi:10.1007/s11412-016-9234-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11412-016-9234-6>

Clark, M. H., S. C. Middleton, D. Nguyen, and L. K. Zwick. 2014. Mediating relationships between academic motivation, academic integration and academic performance. *Learn. Individ. Differ.* 33:30–38. doi:10.1016/j.lindif.2014.04.007. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2014.04.007>

Concannon, J. P., S. B. Serota, M. R. Fitzpatrick, and P. L. Brown. 2018. How Interests, self-efficacy, and self-regulation impacted six undergraduate pre-engineering students' persistence. *Eur. J. Eng. Educ.* 0:1–20. doi:10.1080/03043797.2017.1422695. Available from: <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1422695>

Declercq, K., and F. Verboven. 2015. Socio-economic status and enrollment in higher education: do costs matter? *Educ. Econ.* 23:532–556. doi:10.1080/09645292.2015.1047822.

Direito, I., and J. Mitchell. 2018. Grit in engineering education—a systematic review. *Proc. 46th SEFI Annu. Conf. 2018. Creat. Innov. Entrep. Eng. Educ. Excell.* 740–747.

Elbadrawy, A., A. Polyzou, Z. Ren, M. Sweeney, G. Karypis, and H. Rangwala. 2016. Predicting Student Performance. *IEEE Comput. Appl. Ind. Electron. Comput.* 49:61–69. doi:10.1109/MC.2016.119.

Ellis, R. A. 2016. Qualitatively different university student experiences of inquiry: Associations among approaches to inquiry, technologies and perceptions of the learning environment. *Act. Learn. High. Educ.* 17:13–23. doi:10.1177/1469787415616721.

Geisinger, B. N., and D. R. Raman. 2013. Why They Leave: Understanding Student Attrition from Engineering Majors Why They Leave: Understanding Student Attrition from Engineering Majors\*. *Int. J. Eng. Educ.* 29:914–925. Available from: [http://lib.dr.iastate.edu/abe\\_eng\\_pubs](http://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs)

Goga, M., S. Kuyoro, and N. Goga. 2015. A Recommender for Improving the Student Academic Performance. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 180:1481–1488. doi:10.1016/j.sbspro.2015.02.296.

Green, S., L. Monchick, R. Goldflam, and D. J. Kouri. 1977. Computational tests of angular momentum decoupling approximations for pressure broadening cross sections. *J. Chem. Phys.* 66:1409–1412. doi:10.1063/1.434126.

Holmegaard, H. T., L. M. Madsen, and L. Ulriksen. 2016. Where is the engineering I applied for? A longitudinal study of students' transition into higher education engineering, and their considerations of staying or leaving. *Eur. J. Eng. Educ.* 41:154–171. doi:10.1080/03043797.2015.1056094. Available from: <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056094>

Kerby, M. B. 2015. Toward a new predictive model of student retention in higher education. *J. Coll. Student Retent. Res. Theory Pract.* 17:138–161. doi:10.1177/1521025115578229.

Khan, W. Z., and S. Al Zubaidy. 2017. Prediction of Student Performance in a Learning Environment: Use of Multiple Linear Regression

Predictive Model and Hypothesis Testing. *Int. J. High. Educ.* 6:152. doi:10.5430/ijhe.v6n4p152.

De la Fuente Fernandez, S. 2014. *Números Índices. Apunt. Econ. Univ. Autónoma Madrid.* 1–31.

LaPoint, V., J. M. Butty, and S. C. Danzy C. 2010. *Sociocultural Factors. Encycl. Cross-Cultural Sch. Psychol.*

Lee, W. C., A. Godwin, and A. L. H. Nave. 2018. *Development of the Engineering Student Integration Instrument: Rethinking Measures of Integration. J. Eng. Educ.* 107:30–55. doi:10.1002/jee.20184.

Maggino, F. 2017. *Complexity in society: from indicators construction to their synthesis.* 332. doi:10.1007/978-3-319-60595-1.

Marra, R. M., C. Tsai, B. Bogue, and J. L. Pytel. 2015. *Alternative Pathways to Engineering Success Using Academic And Social Integration. Am. J. Eng. Educ.* 6:69–83.

Meyer, M., and S. Marx. 2014. *Engineering Dropouts : A Qualitative Examination of Why Undergraduates Leave Engineering. J. Eng. Educ.* 103:525–548. doi:10.1002/jee.20054.

Ministerio de Educación. 2016. *Panorama de la Educación. Indicadores OCDE 2016.*

Morales, P., and L. Rodríguez. 2016. *Application of the Kendall correlation and Spearman coefficients.*

Morán-Soto, G., and L. Benson. 2018. *Relationship of Mathematics Self-efficacy and Competence with Behaviors and Attitudes of Engineering Students with Poor Mathematics Preparation. Int. J. Educ. Math. Sci. Technol.* 200–220. doi:10.18404/ijemst.428165.

Mouraz, A., and A. Sousa. 2015. *An Institutional Approach to First-Year Adjustment : The “ Projeto FEUP ” Case Study of a Portuguese University. J. Hispanic High. Educ.* 15:221–239. doi:10.1177/1538192715592928.

Naser, S. A., I. Zaqout, M. A. Ghosh, R. Atallah, and E. Alajrami. 2015. *Predicting Student Performance Using Artificial Neural Network: in the Faculty*

of Engineering and Information Technology. *Int. J. Hybrid Inf. Technol.* 8:221–228. doi:10.14257/ijhit.2015.8.2.20.

National Academies, S. E. M. 2017. Indicators for Monitoring Undergraduate STEM Education.

Ngoma, M., P. D. Ntale, and E. Abaho. 2017. Social-Economic Factors, Student Factors, Student Academic Goals and Performance of Students in Institutions of Higher Learning. *Educ. Rev.* 14:106–121. doi:10.1080/18146627.2017.1286941.

Noyens, D., V. Donche, L. Coertjens, T. van Daal, and P. van Petegem. 2018. The directional links between students' academic motivation and social integration during the first year of higher education. *Eur. J. Psychol. Educ.* 1–20. doi:10.1007/s10212-017-0365-6.

Olkin, I., and A. R. Sampson. 2001. Multivariate Analysis: Overview. *Int. Encycl. Soc. Behav. Sci.* 10240–10247. doi:10.1016/b0-08-043076-7/00472-1.

Petscher, Y., and J. A. R. Logan. 2014. Quantile Regression in Sciences. *Comput. Human Behav.* 85:861–881. doi:10.1111/cdev.12190.

Psaki, S. R., J. C. Seidman, M. Miller, M. Gottlieb, Z. A. Bhutta, T. Ahmed, A. M. S. Ahmed, P. Bessong, S. M. John, G. Kang, M. Kosek, A. Lima, P. Shrestha, E. Svensen, and W. Checkley. 2014. Measuring socioeconomic status in multicountry studies: Results from the eight-country MAL-ED study. *Popul. Health Metr.* 12:1–11. doi:10.1186/1478-7954-12-8. Available from: Population Health Metrics

Rickels, H. A. 2017. Predicting College Readiness in STEM. University of Iowa.

Roy, S., and A. Garg. 2017. Predicting academic performance of student using classification techniques. In: 4th IEEE International Conference on Electrical, Computer and Electronics. Vol. 2018-Janua. p. 568–572.

Severiens, S., G. Dam, and S. Blom. 2006. International Journal of Inclusive Comparison of Dutch ethnic minority and majority engineering

students : social and academic integration. 37–41.  
doi:10.1080/13603110500221651.

Sharabiani, Ashkan, F. Karim, Anooshiravan Sharabiani, M. Atanasov, and H. Darabi. 2014. An enhanced bayesian network model for prediction of students' academic performance in engineering programs. *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*. 832–837. doi:10.1109/EDUCON.2014.6826192.

Sheppard, S., S. Gilmartin, H. Chen, K. Donaldson, G. Lichtenstein, O. Eris, M. Lande, and G. Toye. 2010. *Exploring the Engineering Student Experience: Findings from the Academic Pathways of People Learning Engineering Survey (APPLES)*. Seattle, WA.

Shi, C., and K. Land. 2017. The Data Envelopment Analysis and Equal Weights / Minimax Methods of Composite Social Indicator Construction : A Methodological Study of Data Sensitivity and Robustness The Data Envelopment Analysis and Equal Weights / Minimax M. *Soc. Indic. Res.*

Sithole, A., E. T. Chiyaka, P. McCarthy, D. M. Mupinga, B. K. Bucklein, and J. Kibirige. 2017. Student Attraction, Persistence and Retention in STEM Programs: Successes and Continuing Challenges. *High. Educ. Stud.* 7:46. doi:10.5539/hes.v7n1p46.

Spector, P. E. 1992. Summated Rating Scale Construction: An Introduction. doi:http://dx.doi.org/10.4135/9781412986038.

Steenkamp, H., A. L. Nel, and J. Carroll. 2017. Retention of engineering students. *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*. 693–698. doi:10.1109/EDUCON.2017.7942922.

Suárez-Álvarez, J., R. Fernández-Alonso, and J. Muñiz. 2014. Self-concept, motivation, expectations, and socioeconomic level as predictors of academic performance in mathematics. *Learn. Individ. Differ.* 30:118–123. doi:10.1016/j.lindif.2013.10.019. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2013.10.019

Taber, K. S. 2017. The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Res. Sci. Educ.* 1–24. doi:10.1007/s11165-016-9602-2.

Thomson, S. 2018. Achievement at school and socioeconomic background—an educational perspective. *Sci. Learn.* 3:5. doi:10.1038/s41539-018-0022-0.

Tinto, V. 1975. *Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research.*

Towner, W. 2017. Reengineering engineering education. *IEEE Eng. Manag. Rev.* 45:34–36. doi:10.1109/EMR.2017.2701518.

Vaske, J. J., and L. B. Shelby. 2008. Crowding as a descriptive indicator and an evaluative standard: Results from 30 years of research. *Leis. Sci.* 30:111–126. doi:10.1080/01490400701881341.

VeeraManickam, M. R. M., M. Mohanapriya, B. K. Pandey, S. Akhade, S. A. Kale, R. Patil, and M. Vigneshwar. 2018. Map-Reduce framework based cluster architecture for academic student's performance prediction using cumulative dragonfly based neural network. *Cluster Comput.* doi:10.1007/s10586-017-1553-5.

Van de Vijver, F. J. R., and K. Leung. 1997. *Methods and Data Analysis for Cross-Cultural Research.*

Viloria, A., and A. Parody. 2016. Methodology for obtaining a predictive model academic performance of students. *Indian J. Sci. Technol.* 9. doi:10.17485/ijst/2016/v9i46/107369.

Wilson, D., D. Jones, F. Bocell, J. Crawford, M. J. Kim, N. Veilleux, T. Floyd-Smith, R. Bates, and M. Plett. 2015. Belonging and Academic Engagement Among Undergraduate STEM Students: A Multi-institutional Study. *Res. High. Educ.* 56:750–776. doi:10.1007/s11162-015-9367-x. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11162-015-9367-x>

Xing, W., R. Guo, E. Petakovic, and S. Goggins. 2015. Participation-based student final performance prediction model through interpretable genetic programming: Integrating learning analytics, educational data mining and theory. *Comput. Human Behav.* 18:110–128. doi:10.1016/j.chb.2014.09.034. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.034>

## IX. ANEXOS

### 9.1 Aviso de Privacidad

La Ing. Yurixhi Andaya Hernández, estudiante de la Maestría en Ingeniería de Calidad y Productividad es la responsable del tratamiento de los datos personales y datos personales sensibles que usted proporcione con motivo de la participación en la investigación *“Impacto del perfil socioeconómico y la integración en el índice de reprobación, caso de la Facultad de Ingeniería”*, los cuales serán protegidos conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y demás normatividad que resulte aplicable.

#### **Finalidades del tratamiento**

Sus datos personales serán tratados estadísticamente para los fines de la investigación denominada *“Impacto del perfil socioeconómico y la integración en el índice de reprobación, caso de la Facultad de Ingeniería”*, así mismo se comunica que no se efectuarán tratamientos adicionales.

#### **Datos personales recabados**

Para las finalidades antes señaladas se solicitarán los siguientes datos personales: sexo, edad, número de identificación, carrera, semestre y calificaciones.

#### **Fundamento legal**

El fundamento para el tratamiento de datos personales son los artículos 1,2,3,8,12,13,14,15,16,17, 21, 26 y 27 de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

#### **Derechos ARCO**

Usted tiene derecho a conocer qué datos personales se tienen de usted, para qué se utilizan y las condiciones del uso que les damos (Acceso). Asimismo, es su derecho solicitar la corrección de su información personal en caso de que esté desactualizada, sea inexacta o incompleta (Rectificación); que la eliminemos de nuestros registros o bases de datos cuando considere que la misma no está siendo utilizada conforme a los principios, deberes y obligaciones previstas en la ley (Cancelación); así como oponerse al uso de sus datos personales para fines específicos (Oposición). Estos derechos se conocen como derechos ARCO.

## 9.2 Encuesta

### Encuesta de perfil socioeconómico-integración académica

#### Sección A- Perfil socioeconómico

1. Pensando en el jefe o jefa de tu hogar, ¿cuál es su último grado de estudios?

- Sin instrucción
- Preescolar
- Primaria incompleta
- Primaria completa
- Secundaria incompleta
- Secundaria completa
- Preparatoria incompleta
- Preparatoria completa
- Licenciatura incompleta
- Licenciatura completa
- Posgrado

2. ¿Cuántos baños completos con regadera y W.C. (excusado) hay en tu vivienda?

- 0
- 1
- 2 o más

3. ¿Cuántos automóviles o camionetas tienen en tu hogar? Incluyendo camionetas cerradas, o con cabina o caja.

- 0
- 1
- 2 o más

4. Sin tomar en cuenta la conexión móvil que pudieras tener desde algún celular ¿tu hogar cuenta con internet?

- Sí
- No

5. De todas las personas de 14 años o más que viven en tu hogar, ¿cuántas trabajaron en el último mes?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4 o más

6. En tu vivienda, ¿cuántos cuartos se usan para dormir, sin contar pasillos ni baños?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4 o más

**Sección B- Integración Académica.** Señala en qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con las afirmaciones, considerando la siguiente escala. Recuerda que no hay respuestas correctas o incorrectas.

- 1=Totalmente en desacuerdo
- 2=Bastante en desacuerdo
- 3=En desacuerdo
- 4=Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 5=De acuerdo
- 6=Bastante de acuerdo
- 7=Totalmente de acuerdo

1. Mis interacciones con los profesores son generalmente positivas.
2. Mis hábitos y destrezas de estudio se ven reflejados en mis calificaciones.
3. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores fuera del horario de clases para aclarar dudas o inquietudes.
4. Puedo comunicarme fácilmente con el personal de la Facultad cuando requiero de algún apoyo.
5. La Universidad apoya mi bienestar general.
6. Muy raras veces me ausento de mis clases.
7. Soy capaz de colaborar académicamente con otros estudiantes de ingeniería.
8. Puedo comunicarme fácilmente con los profesores si tengo algún problema o inquietud.
9. Mis hábitos de estudio son adecuados para responder a las exigencias académicas de la carrera.
10. Me siento cómodo interactuando con los profesores fuera del aula de clase (por ejemplo, en una asesoría, dinámica al aire libre, visita industrial, etc).
11. Mis interacciones con el personal de la Facultad son generalmente positivas.
12. La Universidad se interesa en mi bienestar.
13. Difícilmente faltó a mis clases.
14. Puedo trabajar en equipo con otros estudiantes de ingeniería.
15. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
16. Mis hábitos de estudio son adecuados y suficientes para responder a las exigencias de la carrera.
17. Los profesores tienen disponibilidad para apoyarme fuera del aula y horario de clase cuando lo requiero.
18. El personal de la Facultad tiene disponibilidad para apoyarme cuando lo requiero.
19. Las actividades que desarrollo en la Universidad favorecen mi bienestar.
20. Es muy difícil que me ausente de mis clases.
21. Me siento cómodo al realizar trabajos en equipo con otros estudiantes de ingeniería.