

Factores que inciden en la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en primer año de ingeniería

Paula Villar-Sánchez¹; Sara Arancibia-Carvajal²; Hugo Robotham³; Felipe González⁴

Recibido: Febrero 2021 / Evaluado: Abril 2021 / Aceptado: Mayo 2021

Resumen. Introducción. Que la actitud hacia el aprendizaje de los estudiantes presenta impacto sobre el aprendizaje y el rendimiento académico ha sido ampliamente demostrado. Determinar los factores que influyen sobre la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje resulta muy relevante para cambiar actitudes negativas o generar actitudes positivas, que favorezcan su disposición para aprender y rendimiento. El presente estudio tiene por objetivo determinar los factores que influyen en la actitud hacia el aprendizaje en asignaturas de matemáticas en primer año de la carrera de Ingeniería, en una universidad chilena. Método. El método utilizado contempló el desarrollo de un instrumento de medición de factores relevantes previamente reportados en la literatura, el cual se aplicó a 873 estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Diego Portales en Chile, que cursaron las asignaturas de Cálculo 1 y Álgebra y Geometría. Se formula un modelo conceptual que es analizado mediante las herramientas de Ecuaciones estructurales, bajo el método Mínimos Cuadrados Parciales (Partial Least Squares: PLS). Resultados. Los resultados obtenidos indican que los factores, según su grado de influencia: Motivación por aprender, Metodología de aprendizaje, Idoneidad del profesor y percepción de Utilidad de la asignatura, influyen positivamente en la Actitud hacia el aprendizaje, la que influye a su vez en el rendimiento académico, a través de un factor que captura el Aprendizaje autodeclarado del estudiante. Discusión. Se enfatiza en la importancia de conocer los factores que influyen sobre la actitud hacia el aprendizaje, para establecer acciones que influyan sobre estos factores que podrían favorecer el aprendizaje y un mejor rendimiento.

Palabras clave: actitud del alumno; motivación para los estudios; matemáticas; modelo matemático; enseñanza de ingeniería.

Factors that influence attitude towards learning of mathematics in the first year of engineering

Abstract. Introduction. The attitude towards learning of the students presents on the learning and the academic performance that has been amply demonstrated. Determining the factors that influence the attitude of students towards learning is very relevant to change negative attitudes or generate positive attitudes that favor their willingness to learn and performance. The present study aims to determine the factors that influence the attitude towards learning in mathematics subjects in the first year of the Engineering career at a Chilean university. Method. The method used contemplated the development of an instrument for measuring relevant factors previously reported in the literature, which was applied to 873 first-year students from the Faculty of Engineering and Sciences of the Diego Portales University in Chile, who took the subjects of Calculus 1 and Algebra and Geometry. A conceptual model is formulated that is analyzed using the Structural Equations tools, under the Partial Least Squares method (PLS). Results. The results indicate that the factors, according to their degree of influence: Motivation to learn, Learning Methodology, Teacher suitability and perception of the Usefulness of the subject, positively influence Attitude towards learning, which in turn influences performance academic, through a factor that captures the student's self-declared Learning. Discussion. The discussion emphasizes the importance of knowing the factors that influence the attitude towards learning, such that establishing actions that influence these factors could favor learning and better performance.

Keywords: student attitude; motivation for studies; math; mathematical model; engineering education.

¹ Universidad Diego Portales (Chile)
e-mail: paula.villar@mail.udp.cl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5224-6967>

² Universidad Diego Portales (Chile)
e-mail: sara.arancibia@mail.udp.cl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9374-7271>

³ Universidad Diego Portales (Chile)
e-mail: hugo.robotham@udp.cl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3642-7626>

⁴ Universidad Diego Portales (Chile)
e-mail: felipe.gonzalezr@udp.cl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2174-0900>

Sumario. 1. Introducción. 2. Método. 3. Resultados. 4. Discusión. 5. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Villar-Sánchez, P.; Arancibia-Carvajal, S.; Robotham, H.; González, F. (2022). Factores que inciden en la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en primer año de ingeniería. *Revista Complutense de Educación*, 33(2), 337-349.

1. Introducción

La importancia de las matemáticas en Ingeniería es ampliamente reconocida (Flegg et al., 2012). Su aplicación en la resolución de problemas es un proceso que contribuye al desarrollo de información conceptual y operativa en conjunto en la comprensión de conceptos y relaciones, así como en ayudar a los estudiantes a comprender otras áreas de estudio y ser capaces de pensar de manera lógica, analítica, sistemática, crítica y creativa (Ajisukmo y Saputri, 2017).

La “Actitud hacia el Aprendizaje” es el factor que se refiere a la disposición del estudiante para lograr el aprendizaje que exige una asignatura. Es este factor, el que determina en el estudiante su capacidad y disposición para aprender, impactando sobre su aprendizaje y rendimiento académico (Miñano y Castejón, 2011). Específicamente, la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas se ha definido como la disposición hacia ella por parte del individuo, que puede ser negativa o positiva (Tahar et al., 2010).

Sobre el impacto de la actitud hacia las matemáticas, algunos estudios han mostrado una fuerte correlación con el desempeño o rendimiento en matemáticas (Mazana et al., 2018; Lim y Chapman, 2012). En contexto preuniversitario, se ha demostrado que la actitud del estudiante hacia las matemáticas se relaciona con la capacidad de resolución de problemas matemáticos no rutinarios, es decir, aquellos que requieren habilidades matemáticas como análisis de información, formulación de un plan o estrategia, determinar una solución, ser capaz de justificar una solución, establecer relaciones y procesos de razonamiento (Öztürk et al., 2019). De forma concordante, otros estudios han concluido que una mayor actitud positiva del estudiante se relaciona con mayor grado de autoeficacia y motivación, que resultará en un mejor rendimiento académico (Slamet et al., 2021).

Entre los factores que influyen en la actitud hacia las matemáticas, se ha reportado que el profesor, en cuanto al conocimiento del contenido, personalidad, creencias, actitud del profesor hacia las matemáticas y soporte afectivo también influyen sobre la actitud del estudiante (Ayob y Yasin, 2017, Davadas y Lay, 2020).

Adicionalmente, la metodología de aprendizaje es otro factor que se ha visto influir sobre la actitud hacia las matemáticas del estudiante (Turra et al., 2019). Más aún, Davadas y Lay (2020) a través de un modelo de ecuaciones estructurales en educación secundaria encontraron que este era uno de los factores de mayor influencia sobre la actitud junto con los logros previos del estudiante. La percepción utilidad de las matemáticas o conocimiento del estudiante de su uso se ha relacionado con la dimensión cognitiva sobre la actitud del estudiante hacia las matemáticas (Yavuz y Cansiz, 2019).

En el ámbito universitario, existe escasez de evidencia sobre los factores que influyen sobre la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas. En estudiantes de ingeniería en computación, un estudio destacó la percepción de utilidad de las matemáticas como factor más influyente sobre la actitud (Maz-Machado et al., 2015). La motivación del estudiante en aquellos que inician educación universitaria en matemáticas e ingeniería se relaciona con un mejor desempeño académico (Nortvedt y Siqveland, 2018).

De acuerdo con lo expuesto, resulta relevante determinar los factores que influyen significativamente sobre la Actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes, con la finalidad de cambiar actitudes negativas que presenten los estudiantes hacia el aprendizaje, o favorecer actitudes positivas. Específicamente, se explora un contexto universitario en estudiantes de primer año en una carrera vinculada a las matemáticas en una universidad chilena.

Surge como pregunta de investigación; ¿qué factores influyen en la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas de primer año de la carrera de ingeniería en una Universidad chilena?

Para responder a esta pregunta, el presente estudio consiste en plantear un modelo de Ecuaciones Estructurales y su aplicación a las dos asignaturas de matemáticas de primer semestre, para identificar los determinantes significativos que inciden en la Actitud hacia el aprendizaje de la asignatura, a partir de una revisión de la literatura.

Para comprobar la validez y confiabilidad del modelo conceptual, se aplica Ecuaciones Estructurales, bajo el método PLS (Partial Least Squares) a una muestra de alumnos de primer año de Ingeniería. Mediante el método PLS, se determinan los factores más relevantes que influyen sobre la Actitud hacia el aprendizaje, la que a su vez tiene un efecto significativo en el Desempeño académico.

El estudio busca otorgar información relevante a los directivos de instituciones de educación superior, para generar acciones que incidan favorablemente en una Actitud positiva hacia el aprendizaje y por tanto en el desempeño académico.

1.1. Concepto de Actitud

Desde la psicología social, la actitud es la predisposición de una persona a reaccionar de manera favorable o desfavorable hacia un objeto, situación o persona, siendo predispuesto por las creencias disponibles en torno a

los mismos, y que conduce a actuar, de modo favorable o desfavorable hacia ese objeto, persona, grupo suceso o situación, de manera consecuente con dicha evaluación (Escudero, 1985).

Algunos autores han planteado que el concepto incluye tres componentes – cognitivo, afectivo y de comportamiento. El componente cognitivo, se refiere al conocimiento y las creencias del individuo, basadas en hechos sobre el objeto. El componente afectivo se refiere al aspecto de gusto o disgusto del individuo hacia el objeto, que se modula con las experiencias previas. Por último, el componente de comportamiento involucra las tendencias del individuo a buscar o evadir el objeto (Topalá, 2014).

Específicamente, la actitud hacia el aprendizaje es el factor que se refiere a la disposición del estudiante para lograr el aprendizaje que exige una asignatura (Miñano y Castejón, 2011). Según Burke y Williams (2008), los estudiantes que tienen una mirada más positiva del aprendizaje se vuelven más exitosos y poseen mejores habilidades intelectuales.

En cuanto al aprendizaje de las matemáticas, la actitud hacia las matemáticas se ha definido como la disposición hacia ella por parte del individuo, que puede ser negativa o positiva (Tahar et al., 2010). El componente cognitivo consiste en el conocimiento y creencias del individuo sobre el uso de las matemáticas; el componente afectivo hace referencia a las tendencias afectivas del individuo modulado por las experiencias previas usando matemáticas (Yavuz y Cansiz, 2019). En su aspecto de comportamiento, define la tendencia a comprometerse o evitar la participación en actividades matemáticas (Kibrislioglu, 2015).

En cuanto a su importancia, está demostrado que la positiva actitud hacia las matemáticas se relaciona con un mejor rendimiento académico y logros matemáticos en distintos contextos (Miraño y Castejón, 2011; Lim y Chapman, 2012; Damrongpanit, 2019).

Para efectos de esta investigación, se define “Actitud hacia el Aprendizaje” hacia las matemáticas como la predisposición que tiene el estudiante a realizar acciones que beneficien el aprendizaje de las matemáticas.

1.2. Factores que influyen sobre la Actitud hacia el aprendizaje

Dada su importancia, los factores que influyen sobre la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas han despertado amplio interés de investigación. A continuación, se realiza una revisión de los principales factores que han sido reportados previamente en la literatura y que son, a juicio de los autores, relevantes de explorar en un contexto universitario de primer año de la carrera de Ingeniería.

1.2.1. Idoneidad del profesor

El rol del profesor sobre la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas ha sido ampliamente reportado (Davadas y Lay, 2020). En el aspecto del profesor se incluye el conocimiento del contenido, personalidad, creencias y actitud del profesor hacia las matemáticas (Ayob y Yasin, 2017). Tanto la percepción de los estudiantes sobre el conocimiento del profesor sobre la asignatura, sus habilidades de comunicación y soporte afectivo también influyen en la actitud del estudiante (Etuk et al., 2013). En este sentido, el soporte afectivo del profesor, referido al interés del profesor, respeto, apoyo y creencias sobre las competencias de sus estudiantes se ha destacado incluso como el factor de mayor relevancia e influencia sobre la actitud del estudiante hacia las matemáticas (Marchis, 2011).

La influencia del profesor en la creencia de los estudiantes sobre sus propias competencias sugiere la importancia del rol del profesor sobre la actitud hacia las matemáticas y consecuente rendimiento matemático (Berends et al., 2010).

En esta investigación, se define “Idoneidad del profesor” como la evaluación del estudiante respecto a las competencias del profesor, con relación al dominio de los contenidos de la asignatura, habilidades pedagógicas y actitud para motivar y orientar a los estudiantes en su aprendizaje.

1.2.2. Metodología de Aprendizaje

Las metodologías de aprendizaje tradicionales no permiten satisfacer las necesidades formativas de los estudiantes universitarios, pues se necesita mayor acompañamiento para poder lograr un aprendizaje significativo, así como una organización más personalizada del proceso educativo (Daura, 2017).

Cuando el profesor enfatiza una metodología basada en las necesidades del estudiante, asignando tareas dirigidas e incentiva el trabajo colaborativo entre estudiantes resolviendo problemas, los estudiantes tienden a tener una percepción más positiva sobre las matemáticas (Gamarra y Pujay, 2021). Más aún, cuando se acentúa la evaluación formativa efectiva, es decir, informar a los estudiantes sobre su progreso, logro y debilidades, se motiva a los estudiantes, que tienden a presentar una actitud más positiva (Gherasim et al., 2012). El aprendizaje colaborativo en grupos mejora tanto la actitud hacia las matemáticas como los logros y rendimiento (Zakaria et al., 2010).

En forma concordante, algunos autores han investigado si cambios en la metodología de aprendizaje producen cambios sobre la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Townsend y Wilton (2003) evaluaron la actitud hacia las matemáticas de 141 estudiantes universitarios de psicología a partir de una metodología de aprendizaje que involucraba trabajo colaborativo, en grupos pequeños, con retroalimentación positiva e incentivos a hacer preguntas.

Ellos obtuvieron una mejoría en la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes, lo que apoya la idea de que ésta puede ser mejorada y la importancia de la metodología de aprendizaje. Davadas y Lay (2020) a través de un modelo de ecuaciones estructurales en educación secundaria encontraron que este era uno de los factores de mayor influencia sobre la actitud hacia las matemáticas.

Para efectos de esta investigación, se define “Metodología de Aprendizaje” como la evaluación del estudiante respecto a la efectividad de la metodología que se utiliza en clases, para lograr su motivación y el aprendizaje. Incluye la dirección del profesor en clases, tipo de tareas, trabajo individual y en grupos y uso de herramientas de apoyo.

1.2.3. Motivación por Aprender

La motivación del estudiante por aprender es crítica en el éxito académico (Yu y Singh, 2016). Varias investigaciones apuntan a que la motivación podría favorecer o dificultar la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas (Núñez-Peña et al., 2013). Jiménez et al. (2020), por su parte, indican que promover la motivación en el aprendizaje de las matemáticas, permite que el estudiante se comprometa con su propio aprendizaje. Estudiantes con una fuerte motivación tienden a involucrarse y comprometerse en actividades matemáticas, enfrentar desafíos, hacer esfuerzos y persistir cuando se enfrentan a dificultades (Yu y Singh, 2016).

Adicionalmente, existe una fuerte asociación entre el rendimiento académico y un mayor nivel de estrategias cognitivas y motivacionales, en donde estas últimas pueden estimularse con la acción docente en el aula y fuera de ésta (Adrogué et al., 2021). Mayores niveles de motivación están acompañados de un mayor apoyo y mediación con los docentes (Jiménez et al., 2020). En esta investigación, se define “Motivación por aprender” como el impulso que siente el estudiante por aprender y aportar en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.2.4. Utilidad de la asignatura

Las creencias positivas de los estudiantes hacia la obtención del aprendizaje ayudan a tener un esfuerzo más constante para aprender un tema (Byrne et al., 2018). Así, la percepción de utilidad de la asignatura también influye sobre la motivación por aprender (Naranjo, 2009). Investigadores sugieren que, si el proceso de aprendizaje tiene significado, aplicabilidad o valor fuera del contexto de enseñanza, los estudiantes tienen mayor interés, compromiso, desempeño y persistencia en el estudio (Hulleman y Harackiewicz, 2009). En concordancia, estudiantes que poseen mejor actitud hacia las matemáticas, poseen más altas percepciones de la utilidad que ésta les entrega, lo cual genera una mayor motivación intrínseca (Perry, 2011; Kibrislioglu, 2015).

La percepción utilidad de las matemáticas o conocimiento del estudiante de su uso se ha relacionado con la dimensión cognitiva sobre la actitud del estudiante hacia las matemáticas (Yavuz y Cansiz, 2019).

En esta investigación, la “Utilidad de la asignatura” se refiere al conjunto de creencias positivas de los estudiantes hacia la obtención del aprendizaje que le brinda la asignatura.

2. Método

2.1. Modelo de ecuaciones estructurales

Hair et al. (2013) definen a los modelos de ecuaciones estructurales (Structural Equation Modeling, SEM) como métodos multivariantes de segunda generación, cuyo propósito es vincular datos y teoría, donde el conocimiento a priori es incorporado dentro del análisis empírico (Hair et al., 2013).

El enfoque de mínimos cuadrados parciales (PLS), está basado en el análisis de varianza, lo que implica una metodología de modelación más flexible, al no exigir supuestos paramétricos rigurosos, principalmente en la distribución de datos. Entre sus principales ventajas se encuentra la posibilidad de exploración de relaciones entre diferentes constructos, no requiere una distribución normal y puede ser utilizada en muestras pequeñas (Henseler et al., 2016). Tomando como base lo anterior, para el desarrollo de esta investigación se utiliza la técnica PLS-SEM, que se considera apropiada cuando la investigación es un estudio exploratorio o la extensión de una teoría estructural existente, no se impone restricciones de normalidad a los datos y las escalas utilizadas para los ítems pueden ser ordinales. Este enfoque, además, resulta más apropiado para predecir las variables latentes dependientes del modelo, maximizando la varianza explicada (R^2) (Marcoulides y Saunders, 2006; Esposito y Russolillo, 2012; Hair et al., 2013; Henseler et al., 2016).

2.2. Modelo conceptual

A partir de la revisión de la literatura previamente expuesta, se plantean las siguientes hipótesis de investigación, que se presentan en la Figura 1. En total se plantean 4 hipótesis en el modelo, las que describen una relación directa positiva.

- H_1 : La “Idoneidad del profesor” influye directa y positivamente sobre la “Actitud hacia el Aprendizaje”.
- H_2 : La “Metodología de Aprendizaje” influye directa y positivamente sobre la “Actitud hacia el Aprendizaje”.
- H_3 : La “Motivación por aprender” influye directa y positivamente sobre la “Actitud hacia el Aprendizaje”.
- H_4 : La “Utilidad de la asignatura” influye directa y positivamente sobre la “Actitud hacia el Aprendizaje”.

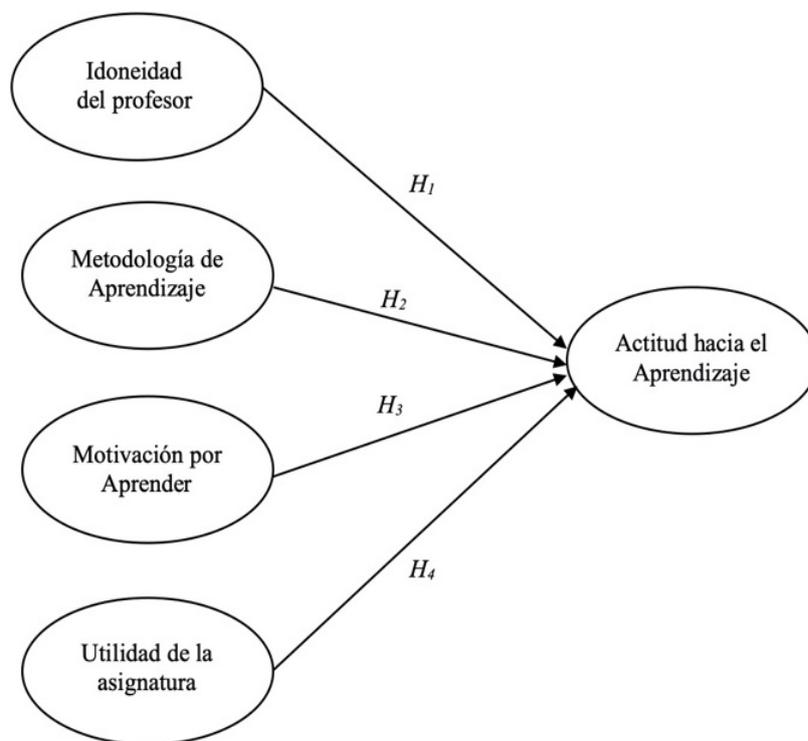


Figura 1. Modelo conceptual propuesto para estudiar los factores que inciden en la Actitud hacia el aprendizaje.

Se explorarán en este estudio otras relaciones entre cada constructo, según lo permite el método PLS-SEM.

2.3. Instrumento de medición

Para la construcción del instrumento de medición, se elaboran preguntas que capturen los constructos previamente definidos. Para capturar el constructo “Actitud hacia el aprendizaje” se consideran preguntas relacionadas con la disposición del estudiante al estudio, el interés y gusto declarado por el estudiante hacia la asignatura. Para el constructo “Idoneidad del profesor” se consideran que exploran la percepción de habilidades comunicativas del profesor, su capacidad de incentivar la participación activa de los estudiantes, dominio de contenidos y soporte motivacional y afectivo percibido por los estudiantes. En cuanto al constructo “Metodología de aprendizaje” se incluyen preguntas que capturan la percepción del estudiante sobre si ésta favorece o no su aprendizaje y guía su autoevaluación. La “Motivación por aprender” se evalúa mediante preguntas sobre el entusiasmo del estudiante por asistir a clases, aprendizaje de contenidos, dedicación al estudio y enfrentar desafíos. Por último, para la “Utilidad de la asignatura” se incluyen preguntas sobre la percepción de importancia y utilidad real de los contenidos de la asignatura por parte del estudiante, así como la percepción de desarrollo de habilidades útiles para el futuro.

Para la cuantificación de cada pregunta se considera la escala Likert con valores de 1 al 7, en donde los niveles se definen desde 1: Totalmente en desacuerdo hasta 7: Totalmente de acuerdo. El instrumento considera un total de 64 preguntas. Se aplicó un piloto para asegurar la comprensión de las preguntas y tiempo de aplicación de la encuesta.

La adecuación de que cada variable mide efectivamente la dimensión en la que ha sido clasificada se verifica a través del método PLS. En este sentido, la validez convergente indica que un conjunto de indicadores, ítems o reactivos, representan a un único constructo subyacente, lo cual es validada a través de la varianza media extraída (AVE). Ésta mide que la varianza del constructo se pueda explicar a través de los indicadores elegidos. Debe ser mayor o igual a 0.50 y proporciona la cantidad de varianza debida al error de medida, tal que cada constructo o variable explica al menos el 50% de la varianza (Henseler et al., 2009). Un total de observaciones mayor a 400

permite asegurar que la aplicación de PLS-SEM poseerá el suficiente poder estadístico para obtener resultados robustos (Reinartz et al., 2009).

El instrumento final validado consta de 31 preguntas, que se exponen en el apéndice A.

2.4. Participantes y contexto de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Diego Portales de Chile en el año 2019. Se consideraron como potenciales participantes estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería cursando los cursos de Cálculo 1 y Álgebra y Geometría, un universo de 1035 estudiantes. La aplicación de la encuesta se realizó a través de Google Forms®. Se incluyó un consentimiento informado para todos los estudiantes. La participación fue voluntaria y anónima. Se consideran solo aquellos estudiantes con respuestas válidas en las preguntas utilizadas en la investigación, y que no hayan abandonado el curso antes de que éste finalizara.

De acuerdo con el currículum, los cursos de Cálculo 1 y Álgebra y Geometría se consideran parte del primer año de las carreras de Ingeniería. El aprendizaje de estos cursos es vital para el aprendizaje de conocimiento más avanzado matemático, así como la habilidad de comprender, razonar lógicamente, expresar lenguaje simbólico y resolución de problemas.

La metodología de aprendizaje de estos cursos utiliza una estrategia que considera trabajo colaborativo en grupos pequeños, con retroalimentación formativa y uso de herramientas para incentivar la participación (aplicaciones tecnológicas de preguntas y respuestas) y uso de material audiovisual.

3. Resultados

3.1. Perfil de la muestra

Del universo de 1035 estudiantes que fueron invitados a participar, se obtuvieron 873 datos válidos (tasa de respuesta de 84%), siendo 49.6% (433 datos válidos) de Álgebra y Geometría, y 50.4% (440 datos válidos) de Cálculo 1. Respecto al perfil de los estudiantes por carrera que contestaron la encuesta (Tabla 1) aproximadamente 40% de cada curso corresponde a estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial y más del 23% al programa de Ingeniería Civil Plan Común. El total de cada curso es muy similar en número total de alumnos, de aproximadamente 430 estudiantes. La muestra incluyó 348 (81%) estudiantes hombres y 82(19%) mujeres. El promedio de edad de los estudiantes fue de 19 años.

Tabla 1. Estudiantes que contestaron la encuesta por cada carrera.

| Curso | | | Carrera | | | | Total |
|---------------------|----------|-------|--|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | | | Ing. Civil en informática y telecomunicaciones | Ing. Civil en Obras Civiles | Ing. Civil Industrial | Ing. Civil Plan Común | |
| Álgebra y Geometría | Cantidad | 74 | 82 | 173 | 101 | 430 | |
| | % curso | 17.2% | 19.1% | 40.2% | 23.5% | 100% | |
| Cálculo 1 | Cantidad | 81 | 76 | 176 | 103 | 436 | |
| | % curso | 18.6% | 17.4% | 40.4% | 23.6% | 100% | |
| Total | Cantidad | 155 | 158 | 349 | 204 | 866 | |
| | % curso | 17.9% | 18.2% | 40.3% | 23.6% | 100% | |

3.2. Resultados del modelo PLS-SEM

Los resultados del análisis del modelo PLS-SEM se presenta de acuerdo con los pasos considerados en la metodología: “Modelo de medida”, “Modelo estructural” y efectos totales (Henseler et al., 2016).

A partir del análisis, se verifica tanto la hipótesis 2 como la hipótesis 3 planteada en el modelo conceptual, es decir, tanto la “Metodología de Aprendizaje” como la “Motivación por aprender presentan influencia directa y positiva sobre la “Actitud hacia el Aprendizaje”. Las hipótesis 1 y 4 se rechazan. Sin embargo, tanto la “Idoneidad del profesor” como la “Utilidad de la asignatura” presentan influencias indirectas sobre la “Actitud hacia el aprendizaje”. Se exploran otras relaciones entre cada constructo, tal que la Figura 2 expone el modelo del curso Álgebra y Geometría y la Figura 3 el modelo del curso Cálculo 1.

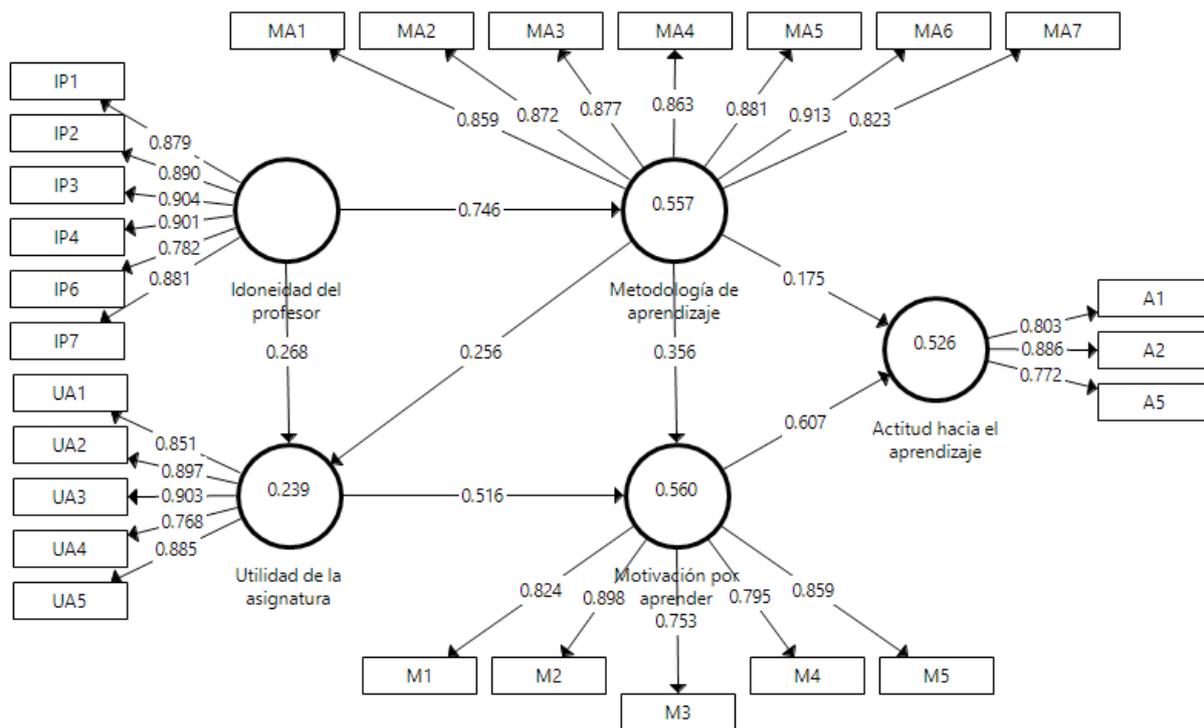


Figura 2. Modelo PLS para el curso de Álgebra y Geometría.

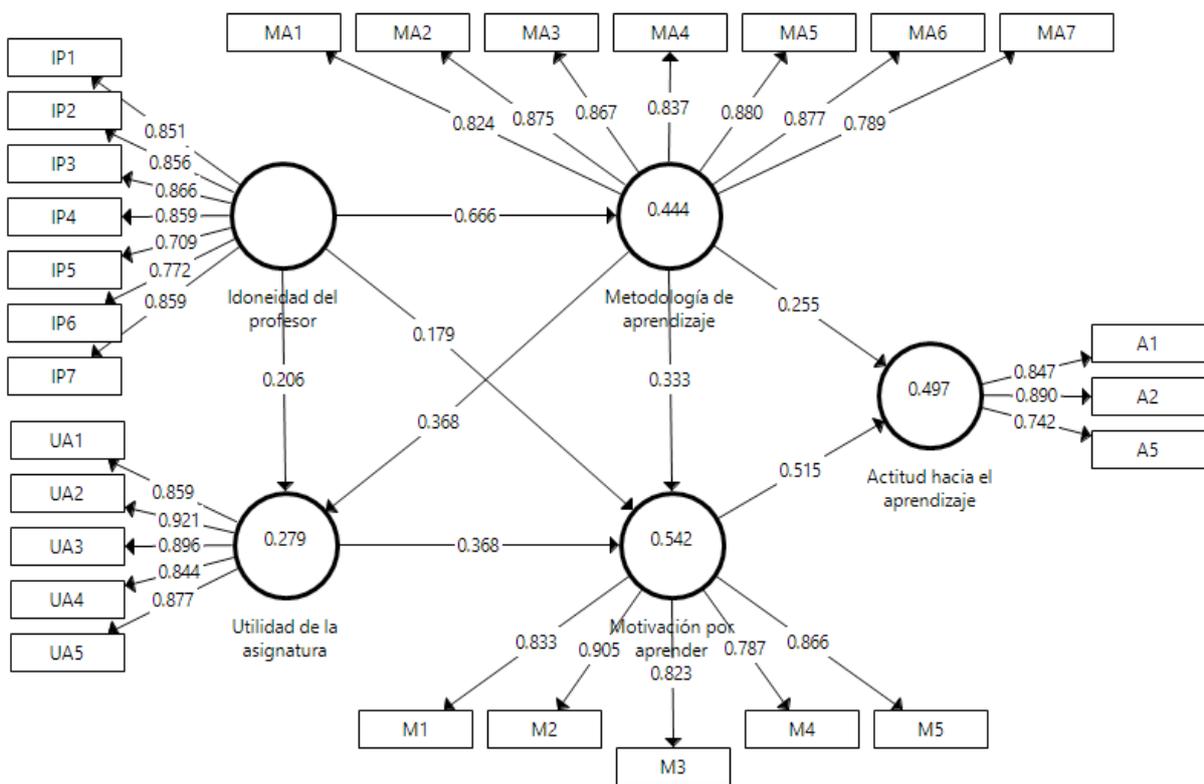


Figura 3. Modelo PLS para el curso de Cálculo 1.

Para el modelo de cada curso, el detalle de la media y la desviación estándar de la respuesta de cada indicador se presenta en el apéndice A.

3.3 Modelo de medida

En el modelo de medida se describe cómo cada variable latente es explicada por medio de las variables manifiestas. Para cada constructo (Tabla 2) se verifica la fiabilidad individual del ítem. Un nivel superior a.707 implica que

aproximadamente el 50% de la varianza (λ^2) de la variable observada es compartida por el constructo (Hair et al., 2013). El modelo expone buenas propiedades psicométricas, que validan la estimación de las variables latentes, cumpliendo los criterios de validez y fiabilidad que a continuación se describen.

Tabla 2. Indicadores del modelo.

| Asignaturas | Álgebra y Geometría | | | Cálculo 1 | | |
|------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|
| | Alfa Cronbach | Fiabilidad compuesta (IFC) | Varianza extraída AVE | Alfa Cronbach | Fiabilidad compuesta (IFC) | Varianza extraída AVE |
| Actitud hacia el aprendizaje | .78 | .87 | .69 | .76 | .86 | .68 |
| Idoneidad del profesor | .92 | .94 | .68 | .94 | .95 | .76 |
| Metodología de aprendizaje | .94 | .95 | .72 | .95 | .96 | .76 |
| Motivación por aprender | .90 | .93 | .71 | .88 | .92 | .68 |
| Utilidad de la asignatura | .93 | .95 | .77 | .91 | .94 | .74 |

En todos los constructos el índice de Alfa de Cronbach y el índice de fiabilidad compuesta (IFC) toma valores mayores a .76 cumpliendo lo sugerido, con valores superiores a .7. Este índice verifica si se cumple la consistencia interna de los indicadores de cada constructo, esto es, las variables observables están midiendo a la variable latente.

Respecto a la validez convergente, la varianza extraída media (AVE) supera el valor mínimo de .5, lo que significa que el constructo comparte más del 50% de la varianza con sus indicadores. Su función es evaluar si el conjunto de ítems que miden al constructo lo estén realmente midiendo y no otro concepto. Por otra parte, en todos los casos los constructos comparten más varianza con sus indicadores que con el resto de los constructos, lo que indica que los constructos miden conceptos distintos, es decir se cumple la validez discriminante.

3.4. Modelo estructural

Para obtener una adecuada interpretación y conclusión del modelo, es necesario realizar la evaluación del modelo estructural, la cual consiste en determinar los coeficientes path (β), la varianza explicada (R^2), la relevancia predictiva (Q^2) y el efecto total sobre los constructos endógenos.

En la Tabla 3 se revisa el valor de las relaciones entre constructos, para verificar si existe una relación estadísticamente significativa con un 95% de confianza. Las relaciones poseen un valor de coeficiente path aceptable, según lo recomendado por Hair et al. (2013) y valores t superior a 1.96. Por lo tanto, se verifican todas las hipótesis planteadas en el modelo conceptual de la Figura 1, excepto en Cálculo 1, donde la relación directa de Idoneidad del profesor a Motivación no resultó estadísticamente significativa, pero sí existe una relación indirecta.

Tabla 3. Significancia de las relaciones.

| Asignaturas | Álgebra y Geometría | | Cálculo 1 | |
|---|---------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | Coefficiente path | Estadístico t | Coefficiente path | Estadístico t |
| Idoneidad del profesor → Metodología de aprendizaje | .66 | 20.14 | .75 | 24.64 |
| Idoneidad del profesor → Motivación por aprender | .18 | 2.72 | .18 | 1.59 |
| Idoneidad del profesor → Utilidad de la asignatura | .21 | 2.45 | .27 | 3.34 |
| Metodología de aprendizaje → Actitud hacia el aprendizaje | .26 | 4.42 | .18 | 3.88 |
| Metodología de aprendizaje → Motivación por aprender | .33 | 9.57 | .36 | 7.70 |
| Metodología de aprendizaje → Utilidad de la asignatura | .37 | 5.90 | .26 | 3.39 |
| Motivación por aprender → Actitud hacia el aprendizaje | .52 | 11.95 | .61 | 13.50 |
| Utilidad de la asignatura → Motivación por aprender | .40 | 6.82 | .52 | 9.72 |

Luego de estos análisis, es posible concluir que el modelo permite explicar la Actitud hacia el aprendizaje, tanto para el curso de Álgebra y Geometría como para Cálculo 1.

3.4.1. Varianza explicada (R^2)

El coeficiente de determinación, o R^2 , indica la cantidad de varianza del constructo que es explicada por los constructos dependientes. Se recomienda valores de al menos 0.1 (Falk y Miller, 1992) lo que se cumple en ambas asignaturas (Tabla 4). Esto indica que la varianza de Actitud hacia el Aprendizaje está siendo explicada en un 49.8% por el modelo para el curso de Álgebra y Geometría, y en un 52.6% para el curso de Cálculo 1. Otro índice importante es la relevancia predictiva del modelo, la que se cumple cuando el valor del Q^2 es positivo.

Tabla 4. Coeficientes R^2 y Q^2 .

| Asignatura | Álgebra y Geometría | | Cálculo 1 | |
|------------------------------|--|-------|--|-------|
| Constructo | Coeficiente de determinación (R^2) | Q^2 | Coeficiente de determinación (R^2) | Q^2 |
| Actitud hacia el aprendizaje | .50 | .32 | .53 | .33 |
| Metodología de aprendizaje | .44 | .30 | .56 | .39 |
| Motivación por aprender | .54 | .36 | .56 | .36 |
| Utilidad de la asignatura | .28 | .20 | .24 | .16 |

3.4.2. Efecto total

En la Tabla 5 de efectos totales, se describen para cada curso, los efectos directos e indirectos que posee cada constructo sobre la Actitud hacia el aprendizaje. En síntesis, para ambos cursos, los factores que más influyen en la Actitud hacia el Aprendizaje son; la motivación y la metodología de aprendizaje, seguido de Idoneidad del profesor y la percepción de utilidad de la asignatura. Respecto a la interpretación, si la Motivación por aprender aumenta en una desviación estándar, en promedio la Actitud hacia el aprendizaje aumentará en 0.52 desviaciones estándares, si todos los demás constructos se mantienen constantes dentro del curso de Álgebra y Geometría.

Tabla 5. Efectos totales sobre la Actitud hacia el aprendizaje.

| Asignatura | Álgebra y Geometría | | | Cálculo 1 | | |
|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------|--------------------|--------------|
| Constructo | Efecto Directo | Efectos Indirectos | Efecto total | Efecto Directo | Efectos Indirectos | Efecto total |
| Idoneidad del profesor | | 0.46 | 0.46 | | 0.44 | 0.44 |
| Metodología de aprendizaje | 0.26 | 0.24 | 0.50 | 0.18 | 0.30 | 0.47 |
| Motivación por aprender | 0.52 | | 0.52 | 0.61 | | 0.61 |
| Utilidad de la asignatura | | 0.19 | 0.19 | | 0.31 | 0.31 |

En su conjunto, los resultados del modelo propuesto demuestran que, a través de la percepción de la Utilidad de la asignatura, de la Idoneidad del profesor y de la Metodología de aprendizaje se logra mayor motivación por aprender y ésta influye directamente junto a la Metodología, sobre la Actitud hacia el aprendizaje. Se probó de manera exploratoria un constructo relativo al “Aprendizaje autodeclarado” por el estudiante y el “Rendimiento final” en la asignatura, medido por la nota final. Se obtuvo la existencia de una relación estadísticamente significativa de la Actitud hacia el Rendimiento de cada asignatura, mediado por la percepción del “Aprendizaje declarado” por el estudiante. (Ver Apéndice B).

Por otra parte, se probó, además, mediante PLS multigrupo que no existen diferencias significativas en los coeficientes path, entre el modelo de Álgebra y Geometría y Cálculo 1. Es decir, los resultados indican que independiente de la asignatura, los factores más relevantes que influyen en la Actitud hacia el aprendizaje son: Motivación por aprender, Metodología de aprendizaje, Idoneidad del profesor y la percepción de la Utilidad de la asignatura. (Ver Apéndice C).

4. Discusión

En este estudio se utiliza la metodología PLS-SEM para evaluar los factores que influyen en la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería en una Universidad Chilena.

Entre los resultados esperados, se encuentra que la Motivación por aprender influye directa y positivamente sobre la Actitud hacia el aprendizaje. Este es el constructo de mayor efecto sobre la actitud, tanto para el curso de Cálculo

1, como en Álgebra y Geometría. Esto es concordante con lo previamente reportado y refuerza la importancia de la Motivación como factor de alto impacto en este contexto.

En segundo lugar, se encuentra la Metodología de aprendizaje como constructo que ejerce influencia directa y positiva sobre la Actitud. En este caso, se confirma que una metodología que incluya no sólo la modalidad expositiva tradicional sino trabajo colaborativo en grupos pequeños con retroalimentación formativa y uso de herramientas como aplicaciones tecnológicas de resolución de preguntas para incentivar participación, influye positivamente sobre la Actitud hacia las matemáticas. La Metodología de aprendizaje ha sido reportada previamente por otros investigadores como uno de los factores más influyentes sobre la actitud en el contexto escolar (Davadas y Lay, 2020).

Como resultados no esperados en la investigación, se encuentra que tanto la Idoneidad del profesor como la percepción de Utilidad de la asignatura, no ejercen una influencia directa sobre la Actitud hacia el aprendizaje; si bien se relacionan positivamente de forma indirecta. Ahora bien, la Idoneidad del profesor, ejerce un fuerte efecto total sobre la Actitud a través de la Metodología y percepción de Utilidad de la asignatura. La percepción de Utilidad de la asignatura influyó de forma débil sobre la Actitud a través de la Motivación. En este sentido, Flegg et al. (2012) en su investigación en estudiantes de Ingeniería obtuvieron que la mayoría de los estudiantes declaran estar de acuerdo o muy de acuerdo que las matemáticas son relevantes en su carrera y estudio futuro, vale decir, perciben la asignatura como “útil”, pero con divergencias en su percepción de cómo aplicarlos en problemas en el mundo real, por lo que ésta debería ser una prioridad en el currículum universitario de Ingeniería. De esto se discute que la metodología de aprendizaje, incluyendo resolución de problemas que despierten interés en el estudiante, influye positivamente sobre la percepción de Utilidad de la asignatura, tal y cómo se encuentra en este modelo para ambos cursos.

El alcance de esta investigación contempla una muestra focalizada en una sola Universidad, para alumnos de primer año de Ingeniería. Por lo tanto, dado que no representa a la población de estudiantes de Ingeniería de primer año de todas las universidades, no se puede generalizar estos resultados, sin embargo, los resultados nos entregan una evidencia donde se confirman las relaciones del modelo que están respaldadas por la literatura.

Como futuras líneas de investigación está el considerar una muestra probabilística de estudiantes de Ingeniería de varias universidades y hacer estudios comparativos. El estudio pretende aportar con evidencia empírica y mostrar dimensiones o factores relevantes donde focalizar los recursos, de modo de generar mayor actitud positiva en los estudiantes y a través de la actitud mejorar el aprendizaje percibido del estudiante y el rendimiento final en la asignatura.

Se concluye que la Motivación por aprender y Metodología de aprendizaje influyen positiva y directamente sobre la Actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de primer año de Ingeniería en una universidad chilena. Tanto la Idoneidad del profesor como la percepción de Utilidad de la asignatura ejercen influencia indirecta sobre la Actitud en este contexto.

Los resultados de esta investigación entregan información relevante sobre qué factores influyen sobre la Actitud, tal que establecer acciones que influyan sobre estos factores podrían favorecer el aprendizaje y un mejor rendimiento.

5. Referencias bibliográficas

- Adrogué, C., Daura, F., del Río, D., y Favarel, I. (2021). Influencia de las estrategias y aptitudes de aprendizaje en el desempeño académico. *Revista Educación*, 45(1), 1-15. <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.41065>
- Ajisuksmo, C., y Saputri, G. (2017). The Influence of Attitudes towards Mathematics, and Metacognitive Awareness on Mathematics Achievements. *Creative Education*, 8(3), 486–497. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.83037>
- Ayob, A., y Yasin, R. (2017). Factors Affecting Attitudes Towards Mathematics. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(11), 1100-1109. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v7-i11/3548>
- Berends, M., Goldring, E., Stein, M., y Cravens, X. (2010). Instructional Conditions in Charter Schools and Students' Mathematics Achievement Gains. *American Journal of Education*, 116(3), 303–335. <https://doi.org/10.1086/651411>
- Burke, L., y Williams, J. (2008). Developing young thinkers: An intervention aimed to enhance children's thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 3(2), 104-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsc.2008.01.001>
- Byrne, Z., Weston, J., y Cave, K. (2018). Development of a Scale for Measuring Students' Attitudes Towards Learning Professional (i.e., Soft) Skills. *Research in Science Education*, 50(4), 1417–1433. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9738-3>
- Damrongpanit, S. (2019). From Modern Teaching to Mathematics Achievement: The Mediating Role of Mathematics Attitude, Achievement Motivation, and Self-Efficacy. *European Journal of Educational Research*, 8(3), 713-727. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.3.713>
- Davadas, S., y Lay, Y. (2020). Contributing Factors of Secondary Students' Attitude towards Mathematics Contributing Factors of Attitudes towards. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 489–498. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.489>
- Daura, F. (2017). Aprendizaje autorregulado e intervenciones docentes en la universidad. *Revista Educación*, 41(2), 56-74. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v41i2.21396>
- Escudero, E. (1985). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: un panorama complejo. *Revista de Educación*, 278, 5-25. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=504_19
- Esposito, V., y Russolillo, G. (2012). Partial least squares algorithms and methods. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5(1), 1–19. <https://doi.org/10.1002/wics.1239>
- Etuk, E., Afangideh, M., y Uya, A. (2013). Students' Perception of Teachers' Characteristics and Their Attitude towards Mathematics in Oron Education Zone. *International Education Studies*, 6(2), 197–204. <https://doi.org/10.5539/ies.v6n2p197>
- Falk, R. y Miller, N. (1992). *A Primer for Soft Modeling*. University of Akron Press. https://www.researchgate.net/publication/232590534_A_Primer_for_Soft_Modeling

- Flegg, J., Mallet, D., y Lupton, M. (2012). Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43(6), 717–732. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2011.644333>
- Gamarra, G. y Pujay, O. (2021). Resolución de problemas, habilidades y rendimiento académico en la enseñanza de la matemática. *Revista Educación*, 45(1), 176-189. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v45i1.41237>
- Gherasim, L., Maireana, C., y Butnaru, S. (2012). Prediction of School Performance: the Role of Motivational Orientation and Classroom Environment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 46, 3931–3935. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.174>
- Hair, J., Ringle, C. y Sarstedt, M. (2013). Partial least squares structural equation modeling: rigorous applications, better results and higher acceptance. *Long Range Planning*, 46(1-2), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>
- Henseler, J., Hubona, G. y Ash Ray, P. (2016). Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 116(1), 2–20. <http://dx.doi.org/10.1108/IMDS-09-2015-0382>
- Henseler, J., Ringle, C., y Sinkovics, R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. *Advances in International Marketing*, 20, 277–319. [https://doi.org/10.1108/s1474-7979\(2009\)0000020014](https://doi.org/10.1108/s1474-7979(2009)0000020014)
- Hulleman, C. y Harackiewicz, J. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326(5958), 1410–1412. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1177067>
- Jiménez, A., Garza, A., Méndez, C., Mendoza, J., Acevedo, J., Arredondo, L. y Quiroz, S. (2020). Motivación hacia las matemáticas de estudiantes de bachillerato de modalidad mixta y presencial. *Revista Educación*, 44(1), 96-109. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v44i1.35282>
- Kibrislioglu, N. (2015). An Investigation About 6th Grade Students' Attitudes Towards Mathematics. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 186, 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.024>
- Lim, S., y Chapman, E. (2012). Development of a short form of the attitudes toward mathematics inventory. *Educational Studies in Mathematics*, 82(1), 145–164. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9414-x>
- Marchis, I. (2011). Factors that influence secondary school students' attitude to mathematics. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 29, 786–793. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.306>
- Marcoulides, G. y Saunders, C. (2006). PLS: A silver bullet?. *Management Information Systems Quarterly*, 30(2), 3-9. <http://dx.doi.org/10.2307/25148727>
- Mazana, M., Montero, C., y Casmir, R. (2018). Investigating Students' Attitude towards Learning Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 207-231. <https://doi.org/10.29333/iejme/3997>
- Maz-Machado, A., León-Mantero, C., Casas, J., y Renaudo, J. (2015). Attitude towards Mathematics of Computer Engineering Students. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 8(2), 127–133. <https://doi.org/10.9734/bjesbs/2015/15806>
- Miñano, P. y Castejón, J. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: un modelo estructural. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203-230. <https://www.redalyc.org/pdf/175/17518828003.pdf>
- Naranjo, M. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista Educación*, 33(2), 153-170. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058010.pdf>
- Nortvedt, G., y Siqueland, A. (2018). Are beginning calculus and engineering students adequately prepared for higher education? An assessment of students' basic mathematical knowledge. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(3), 325–343. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2018.1501826>
- Núñez-Peña, M., Suárez-Pellicioni, M. y Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, 58, 36-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004>
- Öztürk, M., Akkan, Y., y Kaplan, A. (2019). Reading comprehension, Mathematics self-efficacy perception, and Mathematics attitude as correlates of students' non-routine Mathematics problem-solving skills in Turkey. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(7), 1042–1058. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2019.1648893>
- Perry, C. (2011). Motivation and attitude of preservice elementary teachers toward mathematics. *School Science and Mathematics*, 111(1), 2-10. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2010.00054.x>
- Reinartz, W., Haenlein, M., y Henseler, J. (2009). An Empirical Comparison of the Efficacy of Covariance-Based SEM. *International Journal of Research in Marketing*, 26(4), 332-344. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2009.08.001>
- Slamet, A., Wahyudin, M. y Tatang, H. (2021). The Effect of Students' Mathematics Self-efficacy on Mathematical Understanding Performance. *Elementary Education Online*, 20(1), 617–627. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.01.52>
- Tahar, N., Ismail, Z., Zamani, N., y Adnan, N. (2010). Students' Attitude Toward Mathematics: The Use of Factor Analysis in Determining the Criteria. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 8, 476–481. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.065>
- Topalá, I. (2014). Attitudes towards Academic Learning and Learning Satisfaction in Adult Students. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 142, 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.583>
- Townsend, M., y Wilton, K. (2003). Evaluating change in attitude towards mathematics using the 'then-now' procedure in a cooperative learning programme. *British Journal of Educational Psychology*, 73(4), 473–487. <https://doi.org/10.1348/000709903322591190>
- Turra, H., Carrasco, V., González, C., Sandoval, V., y Yáñez, S. (2019). Flipped classroom experiences and their impact on engineering students' attitudes towards university-level mathematics. *Higher Education Pedagogies*, 4(1), 136–155. <https://doi.org/10.1080/23752696.2019.1644963>
- Yavuz, H., y Cansiz, M. (2019). The effect of the use of mathematics course in terms of prospective teachers' attitudes toward mathematics and their beliefs on the nature, teaching, and learning of mathematics. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 9(3), 697–728. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2019.023>
- Yu, R., y Singh, K. (2016). Teacher support, instructional practices, student motivation, and mathematics achievement in high school. *The Journal of Educational Research*, 111(1), 81–94. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1204260>
- Zakaria, E., Chin, L., y Daud, M. (2010). The Effects of Cooperative Learning on Students' Mathematics Achievement and Attitude towards Mathematics. *Journal of Social Sciences*, 6(2), 272–275. <https://doi.org/10.3844/jssp.2010.272.275>

Apéndice A

Tabla. Constructos con la media y desviación estándar de sus indicadores.

| Constructo | Var. | Descripción | Respuesta promedio (Desviación estándar entre paréntesis) | | |
|------------------------------|------|--|---|------------|------------|
| | | | Álg y Geo. | Cálculo 1 | Total |
| Actitud hacia el aprendizaje | A1 | Tengo buena disposición para organizar mi tiempo para el estudio. | 5.13(1.42) | 5.08(1.38) | 5.11(1.40) |
| | A2 | Tengo una actitud positiva hacia el aprendizaje de esta asignatura. | 5.89(1.13) | 5.82(1.21) | 5.86(1.17) |
| | A3 | Si tengo la opción de quedarme jugando o asistir a la clase, prefiero la clase. | 5.95(1.40) | 6.00(1.39) | 5.98(1.39) |
| | A4 | Siento que aprendo cosas interesantes en esta asignatura. | 5.52(1.91) | 5.64(1.86) | 5.58(1.89) |
| | A5 | Cuando no entiendo alguna materia me doy el ánimo y consulto a otros. | 5.68(1.28) | 5.58(1.42) | 5.63(1.36) |
| | A6 | Me gusta estudiar los contenidos de esta asignatura. | 5.21(1.92) | 5.47(1.84) | 5.34(1.88) |
| Idoneidad del profesor | IP1 | Explica claramente los contenidos del curso. | 6.28(1.06) | 5.82(1.45) | 6.05(1.30) |
| | IP2 | Incentiva la participación activa de los estudiantes en clases. | 6.12(1.18) | 5.69(1.52) | 5.90(1.38) |
| | IP3 | Es motivador en la clase. | 6.08(1.24) | 5.69(1.59) | 5.88(1.44) |
| | IP4 | Aplica una metodología que me motiva a estudiar. | 5.92(1.26) | 5.30(1.75) | 5.60(1.56) |
| | IP5 | Muestra dominio de las materias que enseña. | 6.62(0.86) | 6.50(1.01) | 6.56(0.94) |
| | IP6 | El profesor menciona la utilidad que tiene esta asignatura para otras asignaturas. | 6.24(1.09) | 6.04(1.33) | 6.14(1.22) |
| | IP7 | El profesor nos orienta respecto al material que tenemos que estudiar. | 6.21(1.12) | 5.81(1.47) | 6.01(1.33) |
| Metodología de aprendizaje | MA1 | Me ayuda a estar más atento en clases. | 5.72(1.25) | 5.50(1.55) | 5.61(1.41) |
| | MA2 | Incentiva mi estudio personal fuera de clases. | 5.46(1.30) | 5.22(1.56) | 5.34(1.44) |
| | MA3 | Me motiva a participar activamente en la clase. | 5.44(1.40) | 5.18(1.63) | 5.31(1.53) |
| | MA4 | Enfatiza el desarrollo del pensamiento crítico. | 5.70(1.24) | 5.67(1.36) | 5.68(1.30) |
| | MA5 | Me permite tener una autoevaluación de lo que estoy aprendiendo. | 5.62(1.25) | 5.41(1.41) | 5.51(1.34) |
| | MA6 | Me mantiene interesado en los contenidos de la asignatura. | 5.66(1.30) | 5.54(1.51) | 5.60(1.41) |
| | MA7 | Me motiva a estudiar el material recomendado por el profesor (capítulos de libros y/o guías de ejercicios resueltos y propuestos). | 5.41(1.42) | 5.17(1.67) | 5.29(1.56) |
| Motivación por aprender | M1 | Me entusiasma ir a clases para aprender. | 5.95(1.25) | 5.86(1.32) | 5.90(1.29) |
| | M2 | Me motiva aprender los contenidos de este curso. | 6.06(1.13) | 6.11(1.19) | 6.09(1.16) |
| | M3 | Me gusta sentir que estoy aprendiendo. | 6.46(0.93) | 6.50(0.96) | 6.48(0.95) |
| | M4 | Me agrada dedicarme a estudiar. | 5.70(1.22) | 5.61(1.30) | 5.66(1.26) |
| | M5 | Me gusta el desafío de aprender temas complejos. | 6.10(1.13) | 6.10(1.11) | 6.10(1.12) |
| | M6 | No me aburre la asignatura. | 5.33(1.94) | 5.32(1.91) | 5.33(1.93) |
| Utilidad de la asignatura | UA1 | Sé que aprender los contenidos de esta asignatura me potenciará el pensamiento crítico, para resolver problemas complejos de ingeniería. | 6.33(0.96) | 6.29(1.10) | 6.31(1.03) |
| | UA2 | Estoy consciente de que esta asignatura me potenciará el pensamiento crítico, para resolver problemas complejos de la ingeniería. | 6.34(0.92) | 6.34(1.06) | 6.34(0.99) |
| | UA3 | Sé que esta asignatura me ayuda a potenciar mi capacidad de análisis para resolver diferentes problemas. | 6.38(0.91) | 6.41(0.98) | 6.40(0.95) |
| | UA4 | Los contenidos de este curso los puedo aplicar en problemas reales de la ingeniería. | 6.24(1.06) | 6.18(1.22) | 6.21(1.14) |
| | UA5 | Sé que con esta asignatura desarrollaré habilidades para ser un buen ingeniero. | 6.33(1.05) | 6.40(1.06) | 6.36(1.06) |

Apéndice B

B1. Modelo Actitud sobre el Rendimiento

Tabla. Constructos añadidos y sus indicadores.

| Constructo | Indicadores |
|---|---|
| Aprendizaje autodeclarado: Busca capturar la percepción que siente el estudiante de los resultados que le ha dejado el proceso de aprendizaje dentro del curso. | AA1: Las estrategias de aprendizaje que utilizo me dan Buenos resultados. AA2: Siento que domino la materia. |
| Rendimiento: Nota final obtenida en el curso. | NF: Nota obtenida al final del curso. |

Tabla: Varianza explicada.

| | Álgebra y Geometría | Cálculo I |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| Rendimiento | R ² :.17 | R ² :.15 |
| Aprendizaje autodeclarado | R ² :.47 | R ² :.36 |

B.2 Análisis multigrupo entre asignaturas

1. Se considera un modelo común para ambos cursos.
2. Se hace análisis multigrupo utilizando metodología PLS-MGA. Evalúa la diferencia entre los coeficientes path (β) de ambos grupos.

0

| Relación | P-valor |
|--|---------|
| Idoneidad del profesor -> Metodología de aprendizaje | .93 |
| Idoneidad del profesor -> Utilidad de la asignatura | .84 |
| Metodología de aprendizaje -> Actitud hacia el aprendizaje | .14 |
| Metodología de aprendizaje -> Motivación por aprender | .10 |
| Metodología de aprendizaje -> Utilidad de la asignatura | .07 |
| Motivación por aprender -> Actitud hacia el aprendizaje | .93 |
| Utilidad de la asignatura -> Motivación por aprender | .94 |

No se tiene evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula que indica que no existe diferencia significativa entre los coeficientes path de cada grupo.