

Factores que pueden influenciar la selección de una ingeniería como carrera dependiendo de las habilidades matemáticas de los estudiantes

Factors that influence students' decisions to pursue engineering as a major for students with different mathematics abilities

Fatores que podem influenciar a seleção de uma engenharia como carreira, dependendo das habilidades matemáticas dos alunos

Gustavo Morán Soto

Instituto Tecnológico de Durango, México

gmorans@clmson.edu

<https://orcid.org/0000-0003-3864-7742>

Lisa Benson

Universidad de Clemson, Carolina del Sur, Estados Unidos

lbenson@clmson.edu

<https://orcid.org/0000-0001-5517-2289>

Resumen

Este estudio multimétodos busca lograr un mejor entendimiento de las razones que pueden motivar a un estudiante a seleccionar una carrera en ingeniería, poniendo énfasis en las diferencias que puedan existir entre alumnos con distintos niveles de habilidades matemáticas. Se recolectó información sobre las experiencias académicas y personales de 560 alumnos de una universidad pública de Estados Unidos mediante una encuesta. Esta información fue analizada por medio de pruebas estadísticas inferenciales, separando la muestra en grupos con habilidades matemáticas altas y bajas para comparar resultados y encontrar posibles diferencias entre estudiantes que seleccionaron una ingeniería como su carrera. Ser del género masculino mostró tener la influencia más significativa en la elección de ser ingeniero, seguido por tener una mejor preparación matemática; y estos resultados

fueron más evidentes en el grupo de habilidades matemáticas bajas. Por otro lado, los participantes con habilidades matemáticas altas demostraron tener un interés genuino en las carreras de ingeniería y sus aplicaciones, mientras que los participantes con habilidades matemáticas bajas buscaban más el dinero y la posición social que les podía ofrecer un título de ingeniería.

Palabras clave: habilidades matemáticas, ingeniería, selección de carrera.

Abstract

This multimethod study explores the factors that affect college student motivation for selecting an engineering major, especially for students who have different levels of mathematics abilities and preparation in high school. Data from 560 students were collected at a U.S. public university, focusing on the personal high school academic experiences of those students during high school. This information was analyzed using inferential statistics where students were separated in two groups based on mathematics abilities (high and low) and compared in terms of their decision to pursue an engineering major. Being a male student was found to be the most influential factor for choosing an engineering major, followed by having a strong mathematics preparation in high school; these results were more pronounced for the low mathematics ability group. Findings also showed that participants in the high mathematics ability group were more motivated by interest in engineering and its applications, while participants in the low mathematics ability group were more motivated for the money and social status that getting an engineer career could bring them.

Keywords: mathematics abilities, engineering, major selection.

Resumo

Este estudio multi-método visa alcanzar una mejor comprensión das razões que podem motivar um aluno a selecionar uma carreira em engenharia, enfatizando as diferenças que podem existir entre os alunos com diferentes níveis de habilidades matemáticas. Foram coletadas informações sobre as experiências acadêmicas e pessoais de 560 estudantes de uma universidade pública dos Estados Unidos por meio de uma pesquisa. Essas informações foram analisadas através de testes estatísticos inferenciais, separando a amostra em grupos com alta e baixa habilidades matemáticas para comparar resultados e encontrar possíveis diferenças entre os alunos que selecionaram uma carreira de engenharia. Ser do sexo masculino mostrou ter a influência mais significativa na escolha de ser engenheiro, seguido por ter uma melhor preparação matemática; e estes resultados foram mais evidentes no baixo grupo de habilidades matemáticas. Por outro lado, os participantes com grande habilidade em matemática demonstraram ter um interesse genuíno nas carreiras de engenharia e suas aplicações, enquanto os participantes com baixas habilidades matemáticas buscavam mais dinheiro e a posição social que um diploma de engenharia poderia oferecer a eles.

Palavras-chave: habilidades matemáticas, engenharia, seleção de carreira.

Fecha Recepción: Mayo 2018

Fecha Aceptación: Noviembre 2018

Introducción

El desarrollo económico de cualquier país está relacionado en gran medida con sus capacidades de educar y formar nuevos ingenieros con las habilidades de diseñar e implementar nuevas tecnologías que den solución a los grandes problemas que afectan a la sociedad: la carencia de alimento, la falta de acceso a agua potable, mejores telecomunicaciones y servicios de salud, siempre tomando en cuenta la importancia de proteger al medio ambiente (National Academy of Engineering, 2015). En el caso de que un país no tenga la capacidad de preparar suficientes ingenieros para que puedan encontrar soluciones eficientes a estos problemas, enfrentará rezagos en su desarrollo, y será incapaz de alcanzar un bienestar para sus habitantes (Committee on STEM Education, 2013).

Existe cierto interés entre los estudiantes que están en edad de seleccionar su carrera universitaria para convertirse en ingenieros debido al prestigio que tiene esta área profesional. De igual forma, los avances que se pueden lograr mediante el desarrollo de nuevas tecnologías son una gran motivación para muchos jóvenes al momento de considerar una ingeniería (National Academy of Engineering, 2015). Pero, a pesar de este interés en carreras tecnológicas entre los jóvenes estudiantes, actualmente algunos países como Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Francia y los países más desarrollados de la Unión Europea (Erdmann y Schumann, 2010) enfrentan problemas para poder ocupar los trabajos necesarios para satisfacer sus demandas de creación de tecnología.

En el caso de México, las diferencias en el desarrollo económico y tecnológico que tiene este país con respecto a países del primer mundo hacen que la demanda de nuevos ingenieros sea menor que en los países desarrollados que se mencionaron anteriormente. Sin embargo, al igual que los países más desarrollados, México tiene un gran interés en la preparación de personal altamente capacitado en las áreas de ingeniería para impulsar el desarrollo nacional. Esta predilección en generar más ingenieros queda claramente establecida en las bases del tercer eje del *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 del Gobierno de la República* (Gobierno de la República, 2013) y en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt], 2014), los cuales buscan promover el interés de los estudiantes mexicanos en las carreras de ingeniería, así como ofrecer mejores oportunidades a los alumnos que experimentan problemas para terminar su carrera ingenieril debido a deficiencias en su educación preparatoria. Respecto a este último punto, es importante considerar los altos índices de deserción en las carreras de ingeniería en México, ya que aproximadamente 50 % de los estudiantes que ingresaron a estos programas en la última década abandonaron sus estudios o cambiaron de carrera (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2007).

Propósito

Si se logra un mejor entendimiento de las experiencias y razones que pueden motivar a un estudiante a seleccionar una carrera en ingeniería, se podría preparar mejor a los profesores y directivos de la educación básica para promover un mayor interés en este campo profesional. Adicionalmente, se podrían diseñar actividades y estrategias enfocadas a desarrollar las habilidades necesarias para poder enfrentar los retos que se presentan en una carrera de esta rama desde la educación preparatoria.

La literatura existente sobre los motivos que pueden influenciar el interés mostrado por los estudiantes por seleccionar una ingeniería como su carrera profesional indica que hay diferentes factores que pueden afectar esta importante decisión. Entre los más determinantes se han encontrado los siguientes: los antecedentes y procedencia (Lent, Brown y Hackett, 1994), la preparación y experiencias académicas, la influencia de los padres (Porter, 2011) y las habilidades y preparación matemática de los alumnos (Lent, Lopez y Bieschke, 1991; Nicholls, Wolfe, Besterfield, Shuman y Larpkittaworn, 2007). Incluso, algunos alumnos seleccionan la carrera de ingeniería con el deseo de ayudar a la sociedad diseñando y desarrollando proyectos tecnológicos que puedan solucionar problemas de la vida diaria, aun cuando no tienen una idea clara de las posibilidades laborales que tienen los ingenieros (Cunningham y Knight, 2004).

A pesar de que los estudiantes pueden considerar diferentes razones para seleccionar una ingeniería como su carrera, se ha demostrado que la influencia que tienen las habilidades matemáticas y la forma en que los alumnos piensan sobre la dificultad de los cursos de matemáticas es el factor más determinante en su elección (Betz y Hackett, 1983; Hackett, 1985; Lent *et al.*, 1991). La literatura actual sugiere que si un estudiante siente que sus habilidades matemáticas son lo suficientemente buenas para aprobar los cursos de matemáticas incluidos en las carreras ingenieriles sin experimentar problemas mayores, entonces será mucho más propenso a seleccionar una ingeniería como carrera. Además, el confiar en sus habilidades matemáticas puede ser un factor determinante en la decisión de los estudiantes de ingeniería de permanecer en su carrera si llegan a enfrentar dificultades para acreditar alguno de sus cursos de matemáticas (Brown y Burnham, 2012; Eris *et al.*, 2010; Kokkelenberg y Sinha, 2010; Levin y Wyckoff, 1988; Seymour y Hewitt, 1997).

Asimismo, la literatura existente sobre el alumnado de esta rama ha mostrado diferencias estadísticas significativas entre los números de mujeres y hombres que seleccionan una ingeniería como su carrera (Ohland *et al.*, 2011). Al tener más hombres que mujeres inscritos, se puede inferir que los primeros tienen más interés en estos programas universitarios, y a su vez, mejores oportunidades para lograr un título de ingeniero. Esta disparidad entre los números de mujeres y hombres que seleccionan una ingeniería puede ser causada por los estereotipos que las mujeres pueden enfrentar si muestran interés en estas carreras. Por ejemplo, se ha demostrado que las mujeres son más propensas a creer que sus compañeros hombres pueden desempeñarse mejor en actividades que involucran las matemáticas, y esto sucede incluso cuando las mujeres tienen un desempeño igual o mejor que sus compañeros hombres en exámenes y evaluaciones (Goetz, Bieg, Lüdtke, Pekrun y Hall, 2013). Estos estereotipos negativos se han ligado a niveles altos de ansiedad matemática y desempeño deficiente en actividades de este rubro por parte de las estudiantes mujeres, lo que las ha hecho más propensas a sentir poca confianza en sus habilidades matemáticas y por consecuencia menos interesadas en escoger carreras de ingeniería (Aronson, Fried y Good, 2002; Hackett y Betz, 1989).

Si se logra despertar un mayor interés en las carreras de ingeniería en los alumnos de nivel medio y medio superior, se tendrán mejores bases para desarrollar planes de acción dirigidos a cumplir con las necesidades de formación de capital humano altamente capacitado en las áreas de tecnología establecidas en los ya citados *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018* (Gobierno de la República, 2013) y Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014 - 2018 (Conacyt, 2014). Para colaborar con esta meta, este proyecto de investigación fue dirigido por la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué tipo de experiencias en la educación preparatoria pueden influenciar la decisión de los estudiantes de seleccionar una ingeniería como su carrera dependiendo de sus habilidades matemáticas?

Es importante comprender las razones por las cuales alguien decide seleccionar una carrera en el área de ingeniería y la forma en que sus habilidades matemáticas pueden influenciar esta decisión. De esta manera se podrán diseñar e implementar acciones para despertar el interés de los jóvenes por estas carreras desde la educación media y media

superior. La preparación matemática de las personas en edad de seleccionar su carrera profesional puede ser un factor determinante en esta importante decisión (Sadler, Sonnert, Hazari y Tai, 2012). Esto toma gran relevancia ya que los alumnos mexicanos muestran un rezago considerable en su preparación matemática desde su educación básica. Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en sus estudios de evaluación internacional de alumnos en el 2014, México tiene a casi 60 % de sus estudiantes en los niveles 1, 2 y 3 (de un máximo de 6) en educación matemática: en general un nivel bajo e insuficiente para participar en el desarrollo de una sociedad moderna (OCDE, 2014). Este rezago en educación matemática puede estar afectando de forma negativa el posible interés de los estudiantes mexicanos por las carreras de ingeniería y provocando que algunos decidan evitar un programa de esta área a causa de que sus habilidades no son lo suficientemente buenas para acreditar los cursos de matemáticas que incluye en su retícula.

Marco teórico

El presente estudio se fundamenta en la teoría social cognitiva del desarrollo de carrera (SCCT, por sus siglas en inglés) planteada por Lent *et al.* (1994). Esta teoría identifica tres mecanismos sociales cognitivos relevantes para la selección de carrera: *a*) sentimientos de autoeficacia, *b*) expectativas de resultados y *c*) objetivos seleccionados. El marco teórico de la SCCT se desarrolló con base en tres modelos que colocan estos constructos como factores que pueden tener una gran influencia en las decisiones académicas de un estudiante, especialmente si se analiza la forma en que el alumno reacciona ante posibles barreras y soportes que puedan afectar su interés y desempeño en actividades relacionadas a una carrera en específico. Los constructos y modelos especificados por la SCCT fueron utilizados en el presente trabajo para determinar qué razones tienen un mayor impacto en la decisión de un estudiante para seleccionar una carrera en el área de ingeniería, con énfasis en si estos llegan a percibir los cursos de matemáticas como una barrera debido a un desempeño y entendimiento matemático deficiente.

Adicionalmente, se utilizó la teoría del aprendizaje social de Bandura (1986) para alcanzar una mejor comprensión de la relación entre las experiencias académicas y las decisiones de la vida diaria de los estudiantes, y cómo esta relación puede influenciar el

interés de estos en buscar un título de ingenieros. Según Bandura (1986), las experiencias que los individuos viven en la educación media superior pueden ser un factor determinante en la selección de actividades escolares y carrera profesional, especialmente si sienten que sus habilidades son lo suficientemente buenas como para terminar un estudio universitario en particular.

Métodos

Esta investigación siguió un diseño multimétodo ya que la información recolectada contenía respuestas que se podían analizar de mejor manera usando métodos cuantitativos, mientras que las respuestas a preguntas abiertas se debían analizar de forma cualitativa (Creswell y Clark, 2011). Al final, los resultados de los análisis cualitativos y cuantitativos se utilizaron de forma independiente para facilitar y presentar la respuesta a la pregunta de investigación de una forma más detallada, pero no se encontraron suficientes conexiones entre estos dos métodos para poder establecer un diseño mixto de investigación (Creswell y Clark, 2011).

Se utilizó la High School Activities, Characteristics, and Influences Survey desarrollada por Porter (2011). Esta consta de 64 ítems que preguntan a los estudiantes sobre su preparación académica y los cursos que tomaron en preparatoria (ejemplo: por favor indica todos los cursos de matemáticas que tomaste en la preparatoria.), su nivel de confianza realizando actividades académicas con preguntas tipo Likert (ejemplo: indica tu nivel de confianza en tus habilidades para solucionar problemas complejos de matemáticas.), su situación socioeconómica (ejemplo: ¿cuál es el grado académico más alto obtenido por tus padres?) y algunas preguntas abiertas para recolectar información sobre aspectos familiares y personales (ejemplo: ¿cuál fue la influencia más grande que tuviste para escoger la carrera profesional que deseabas estudiar?). Y fue desarrollada siguiendo la guía para el desarrollo de encuestas en línea de Dillman (2007). Además, ha demostrado poder recolectar información para investigaciones similares con éxito, así como ha sido probada estadísticamente para validar su confiabilidad en estudios anteriores (Porter, 2011).

Cabe subrayar que, aunado a lo ya mencionado, esta encuesta fue seleccionada para este estudio debido a la relación que se encontró entre el diseño de algunas de sus preguntas y las teorías establecidas por Lent *et al.* (1994) y por Bandura (1986). Esto permitió seleccionar las preguntas más relevantes y adecuadas de la encuesta para poder responder de mejor manera la pregunta de investigación propuesta mediante el análisis estadístico, y descartar las preguntas que no aportaban nada al análisis debido a su falta de relación con las teorías establecidas como marco teórico de esta investigación. Al final, se eliminaron 26 preguntas que no estaban relacionadas con las actividades de formación preparatoria que podían influenciar la decisión de los estudiantes de inscribirse en una carrera en específico de acuerdo con el marco teórico que guio a esta investigación (ejemplo: ¿qué tipo de programas de televisión veías mientras estudiabas la preparatoria?).

La encuesta fue distribuida en línea en una universidad pública al sureste de Estados Unidos: 560 participantes la respondieron de forma voluntaria. Estos participantes estaban inscritos en el primer año de diversas carreras relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Respecto a cuestiones de género, la muestra estuvo conformado por 322 hombres y 238 mujeres. Ahora bien, la mayoría de los participantes eran caucásicos, con 86 % de la muestra perteneciendo a este grupo étnico y 14 % restante estaba compuesto por afroamericanos, latinos y asiáticos. Cabe señalar que esta distribución tanto étnica como de género representaba al momento de la recolección de la información las características demográficas de toda la universidad de forma correcta, ya que la mayoría de la población total de dicha universidad estaba compuesta por estudiantes caucásicos, y había mayoría de hombres en las carreras. Esta diferencia tan marcada en el género de los estudiantes en las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas está documentada en la literatura (Nicholls *et al.*, 2007; Ohland *et al.*, 2011) y, por tanto, era una diferencia esperada en la muestra para este estudio.

Para un mejor análisis que permitiera responder de forma clara a la pregunta de investigación, la información recolectada se clasificó en diferentes grupos de acuerdo a los diferentes niveles de habilidades matemáticas de los participantes (ver tabla 1). Estos grupos permitieron encontrar las diferencias entre participantes con habilidades matemáticas bajas y altas, y facilitaron el análisis de la información y la comparación de los resultados.

Asimismo, se utilizó el Clemson Mathematics Placement Test (CMPT) para estimar las habilidades matemáticas de los participantes: se colocó a los participantes con calificación menor de 80 en el grupo de habilidades matemáticas bajas y a los que obtuvieron un 80 o mayor en el grupo de habilidades matemáticas altas.

El CMPT es un examen diagnóstico obligatorio que ubica a los estudiantes de nuevo ingreso en el curso de matemáticas más adecuado según el nivel de sus habilidades matemáticas al ingresar a la universidad. El examen se toma en línea y evalúa las habilidades matemáticas de los estudiantes con una escala del 1 al 100 con incrementos de un punto. Adicionalmente, se separaron los participantes en dos grupos dependiendo de su género para realizar un análisis más a fondo sobre las diferencias que pudieran existir entre mujeres y hombres al momento de seleccionar una ingeniería como su carrera profesional (ver tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los participantes según sus habilidades matemáticas y género

	N	Ingenierías	Otras carreras
Total de participantes	560	295	265
Habilidades matemáticas bajas	300	93	207
Habilidades matemáticas altas	260	202	58
Hombre	322	216	106
Mujeres	238	79	159

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó el *software* R (R Development Core Team, 2012) para correr pruebas estadísticas con los datos obtenidos mediante la encuesta, utilizando un modelo de regresión logística binomial múltiple para determinar qué tipo de variables tenían un impacto significativo en la decisión de los participantes de seleccionar ser ingenieros. No está de más

especificar que se recurrió a un modelo de regresión logística binomial debido a que la variable dependiente (estar inscrito en una carrera en el área de ingeniería, o no) es una variable binaria (Collett, 1991). El análisis de la información siguió un modelo de regresión múltiple para poder trabajar con varias variables independientes, las cuales podían tener alguna relación con la selección de una carrera en el área de ingeniería por parte de los participantes (Hayes, 2013).

Igualmente es importante mencionar que se utilizó solo una parte de la información recopilada mediante la encuesta en el análisis cuantitativo por medio de la regresión, ya que se habían eliminado 26 preguntas con anterioridad, y otras 8 se separaron para ser utilizadas en el análisis cualitativo debido a que eran preguntas abiertas que no se podían categorizar para su análisis cuantitativo. Esto dejó un total de 30 ítems para el análisis estadístico por medio de la regresión. Las variables que se consideraron para este modelo contenían preguntas sobre los cursos de matemáticas tomados en preparatoria (álgebra, geometría, trigonometría, precálculo y cálculo), cursos de ciencia tomados en preparatoria (química, biología, física y educación física), actividades extraescolares tomadas en preparatoria (idiomas, visitas académicas, clases avanzadas y computación), promedio académico en preparatoria, calificaciones en sus exámenes de ingreso a la universidad (ACTm, prueba estandarizada de conocimiento para ser aceptados en las universidad de Estados Unidos similar al examen del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior [Ceneval]), resultados del CMPT, participación en proyectos de investigación o campamentos de ciencia, autoeficacia matemática y solucionando problemas y familiares tituladas en alguna ingeniería.

Después de correr el modelo de la regresión logística binomial múltiple con 30 variables independientes, se decidió eliminar aquellas variables que resultaron no tener una correlación significativa con la variable independiente (ejemplo: ¿cuántas veces visitaste algún museo de ciencia o ingeniería mientras estudiabas la preparatoria?). De esta forma, se decidió correr un modelo que tuviera únicamente las seis variables significativas que podían relacionarse con la decisión de seleccionar una carrera de ingeniería para analizar su nivel de correlación de una manera más precisa. Las seis variables independientes que se usaron en este último modelo de regresión fueron las siguientes: 1) tomar clases de cálculo (X_1), 2)

género de los estudiantes (X_2), 3) resultados del CMPT (X_3), 4) calificación del ACTm (X_4), 5) tomar clases de biología (X_5) y 6) tomar clases de ciencias en general (X_6). Y el modelo seguido para la regresión se presentó de la siguiente manera:

$$\hat{Y} = -5.810 + 0.739X_1 + 1.194X_2 + 0.050X_3 + 0.055X_4 - 0.539X_5 - 0.597X_6$$

Además de seleccionar estas variables siguiendo los resultados del análisis estadístico, se utilizó este modelo específico siguiendo la SCCT y la teoría del aprendizaje social para fortalecer los resultados con el análisis cualitativo de forma adecuada (Creswell y Clark, 2011), como ya se mencionó líneas arriba.

Para un análisis más detallado de la información recolectada con la encuesta, se corrieron tres pruebas estadísticas diferentes para analizar los grupos establecidos mediante el nivel matemático de los participantes, utilizando los grupos de habilidades matemáticas bajas y altas de forma separada, y una prueba adicional con el total de la muestra ($n = 560$). Este análisis por grupos permitió encontrar los factores más significativos al momento de seleccionar una ingeniería como carrera dependiendo de las habilidades matemáticas de los participantes.

Los resultados que se observan en la tabla 2 son únicamente de las variables que mostraron tener un nivel de significancia de $p < 0.05$, utilizando el coeficiente de estimación B para determinar una posible correlación entre las variables independientes y la variable dependiente (Falk y Well, 1997). Se considera que un valor positivo del coeficiente de estimación sugiere una probabilidad mayor de que un estudiante seleccione una carrera en el área de ingeniería. Por otro lado, una variable con un coeficiente de estimación negativo indica una menor probabilidad de que un estudiante seleccione una ingeniería. Adicionalmente, se hizo el cálculo manual de la fortaleza de la relación de todos los factores que mostraron tener una influencia significativa en la selección de ingeniería por parte de los participantes. Para esto, se siguió la fórmula de $f(x) = e^x$, donde la variable x tomó el valor del coeficiente de estimación B . Se considera que un nivel de fortaleza de la correlación > 1 establece que el factor que se está analizando incrementa las posibilidades de que un estudiante seleccione una carrera de ingeniería, y estas posibilidades se elevan conforme este

nivel de fortaleza aumenta. Por otro lado, un nivel de fortaleza de la correlación < 1 disminuye las posibilidades del estudiante de seleccionar una ingeniería (Falk y Well, 1997).

La información recopilada mediante las ocho preguntas abiertas se analizó utilizando códigos basados en la SCCT. Estos códigos previamente establecidos ayudaron a conectar las respuestas de los participantes con la teoría existente sobre los factores que pueden afectar la selección de carrera profesional (Saldaña, 2009). Se puso especial atención en la pregunta siguiente: ¿cuál fue la influencia más grande que tuviste para escoger la carrera profesional que deseabas estudiar? Esta se seleccionó debido a que estaba directamente relacionada con la pregunta de investigación, y la información recopilada a partir de este cuestionamiento abierto facilitó a los investigadores establecer unidades significativas de texto que podían compararse con los códigos previamente establecidos (Creswell, 2009). Al codificar la información cualitativa utilizando la SCCT como base previamente establecida, se facilitó la interpretación de los factores más determinantes y comunes en la selección de ingeniería como carrera profesional, lo cual ayudó a complementar el análisis estadístico para poder responder de forma adecuada la pregunta de investigación.

Se utilizaron cinco códigos para el análisis cualitativo de la información recopilada con las preguntas abiertas, los cuales se describen a continuación: 1) Interés (interés personal o satisfacción al realizar actividades relacionadas con la ingeniería); 2) Autoeficacia matemática (confianza en sus habilidades para resolver problemas matemáticos); 3) Expectativas de resultados (tipos de trabajo, remuneración o cualquier tipo de recompensa que los alumnos esperan obtener al convertirse en ingenieros); 4) Soportes sociales cercanos (familiares, amigos cercanos o antiguos profesores), y 5) Otros soportes (experiencias en actividades extraescolares o tomando determinados cursos).

Para el análisis de las preguntas abiertas se utilizó solo la información recolectada de los participantes que estaban estudiando alguna ingeniería ($N = 295$). Para facilitar la comparación entre participantes estudiando ingeniería con habilidades matemáticas bajas y altas, se separó a estos participantes en dos grupos utilizando el mismo criterio que en el análisis cuantitativo. Esto distribuyó a los participantes del análisis cualitativo en 93 participantes en el grupo de habilidades matemáticas bajas ($CMPT < 80$) y 202 en el grupo de habilidades matemáticas altas ($CMPT \geq 80$). La información cualitativa se presentó en

una forma cuantificada mediante el uso de una tabla (Sandelowski, Voils y Knafl, 2009). Esta forma de presentar la información cualitativa ayudó a analizar los códigos y llegar a una conclusión que pudiera contestar la pregunta de investigación de una forma más completa (ver tabla 4).

Resultados

La única variable que mostró ser una influencia significativa en la selección de ingeniería como carrera profesional en todos los grupos que se analizaron cuantitativamente fue el género de los participantes (ver tabla 2). Según los resultados de la regresión logística binomial, los hombres tienen 3.3 veces más probabilidades de seleccionar una carrera de ingeniería que las mujeres basándose solo en el género de las personas. Esta brecha al momento de seleccionar alguna ingeniería fue más evidente en los resultados arrojados por la regresión logística binomial del grupo con habilidades matemáticas bajas (véase tabla 2), donde los hombres resultaron tener 4.6 veces más probabilidades de seleccionar un programa ingenieril en comparación con las mujeres. Aunque este margen de género fue menor al analizar el grupo con habilidades matemáticas altas, los hombres seguían seleccionando ingeniería como su carrera profesional con mayor frecuencia: dos veces más probabilidades de seleccionar esta carrera que las mujeres de este grupo.

Tabla 2. Resultados de la regresión logística binomial para determinar las probabilidades de seleccionar ingeniería separados por habilidades matemáticas

	Todos los participantes				Habilidades matemáticas bajas				Habilidades matemáticas altas			
	B	SE	P	RP	B	SE	P	RP	B	SE	P	RP
Cálculo	0.73	0.21	***	2.09	0.19	0.36	NS	1.21	0.45	0.31	NS	1.56
Género	1.19	0.20	***	3.30	1.53	0.29	***	4.61	0.70	0.31	*	2.03
CMPT	0.05	0.01	***	1.05	0.01	0.01	NS	1.01	0.04	0.01	*	1.04
Biología	-0.53	0.22	*	0.58	-0.56	0.33	NS	0.56	-0.54	0.34	NS	0.57
Otras ciencias	-0.59	0.23	*	0.55	-0.29	0.31	NS	0.74	-0.59	0.42	NS	0.55

***: $P < 0.001$; **: $P < 0.01$; *: $P < 0.05$; NS: No significativo; RP: Radio de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia

Aunque no hubo otra variable, además del género, que fuera significativa para seleccionar una ingeniería en todos los grupos analizados con la regresión logística binomial, el análisis de todos los participantes mostró que tener una calificación alta en el CMPT y haber tomado un curso de cálculo en la preparatoria eran factores significativos (ver tabla 2). Estos resultados sugieren que, en general, la preparación matemática de los estudiantes es un factor determinante en la selección de un programa universitario de la rama en cuestión. Además, la calificación del CMPT también demostró ser un factor significativo en el grupo de habilidades matemáticas altas, lo que demuestra que tener un buen conocimiento matemático es un punto a considerar al momento de seleccionar una ingeniería aun entre los participantes con mejor preparación matemática. Según los resultados arrojados por la regresión logística binomial analizando a todos los participantes, la calificación obtenida en el CMPT hace que un estudiante tenga 0.05 veces más probabilidades de seleccionar una ingeniería por cada punto que incrementa en su calificación en este examen.

Al analizar la relevancia que tomar un curso de cálculo en preparatoria puede tener, se encontró que haber llevado esta preparación hace que un estudiante tenga 2.1 veces más probabilidades de seleccionar cualquier ingeniería. Sin embargo, el tomar un curso de cálculo en la preparatoria perdió su significancia cuando los participantes se separaron en grupos según sus habilidades matemáticas, lo cual sugiere que la experiencia que los participantes tuvieron al tomar este curso y su calificación final puede ser un factor extra a considerar al momento en que estos jóvenes toman la decisión de buscar convertirse en ingenieros.

Por otra parte, el haber tomado cursos de biología u otras ciencias en preparatoria mostró ser un factor negativo significativo al momento de seleccionar una ingeniería como carrera profesional (ver tabla 2). Esto significa que los participantes que tomaron estos cursos son menos propensos a seleccionar una ingeniería como su carrera; muestra el doble de probabilidad de seleccionar cualquier otra carrera diferente.

Al correr la regresión logística binomial con los grupos separados por el género de los participantes se encontraron algunas diferencias entre los factores más significativos para seleccionar ingeniería. El resultado obtenido en la parte matemática del examen de admisión a la universidad (ACTm) resultó ser un factor significativo para las mujeres al momento de seleccionar una ingeniería. No obstante, este dato no fue un factor significativo para la prueba con todos los participantes y tampoco demostró ser relevante para el grupo de género masculino (ver tabla 3). Por otra parte, los resultados obtenidos en el CMPT y la experiencia de haber tomado un curso de cálculo en la preparatoria demostraron ser factores significativos tanto para los hombres como para las mujeres al momento de seleccionar una ingeniería (ver tabla 3).

También se encontraron algunas diferencias entre hombres y mujeres en el análisis de los factores que demostraron tener una significancia negativa al momento de seleccionar una ingeniería. Los resultados de la regresión logística binomial mostraron que el grupo de los hombres tenía menos probabilidades de seleccionar una ingeniería si habían tomado un curso de biología en la preparatoria. Por el otro lado, se encontró que las mujeres que habían tomado otro curso de ciencias diferente al de biología en la preparatoria tenían menos probabilidades de seleccionar una preparación universitaria como ingenieras.

Tabla 3. Resultados de la regresión logística binomial para determinar las probabilidades de seleccionar ingeniería separados por género

	Todos los participantes				Mujeres				Hombres			
	B	SE	P	RP	B	SE	P	RP	B	SE	P	RP
Cálculo	0.73	0.21	***	2.09	0.88	0.33	**	2.42	0.62	0.27	*	1.86
ACTm	0.05	0.03	NS	1.05	0.15	0.05	**	1.16	-0.01	0.04	NS	0.99
CMPT	0.05	0.01	***	1.05	0.05	0.01	**	1.06	0.04	0.01	***	1.04
Biología	-0.53	0.22	*	0.58	-0.39	0.33	NS	0.67	-0.65	0.31	*	0.51
Otras ciencias	-0.59	0.23	*	0.55	-0.80	0.37	*	0.44	-0.47	0.32	NS	0.62

***: $P < 0.001$; **: $P < 0.01$; *: $P < 0.05$; NS: No significativo; RP: Radio de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia

El análisis cualitativo de la información recopilada con la pregunta: ¿cuál fue la influencia más grande que tuviste para escoger la carrera profesional que deseabas estudiar?, mostró que el factor más común que podía influenciar a un estudiante para seleccionar una ingeniería como carrera profesional fueron los soportes sociales cercanos (ver tabla 4). Estos soportes sociales cercanos hacen referencia a las posibles influencias que pueden tener los familiares, amigos cercanos o antiguos profesores en las preferencias de los jóvenes estudiantes al momento de determinar qué desean para su futuro como profesionistas. Entre las respuestas de los participantes se encontraron comentarios como: “Mi papá es ingeniero industrial, y yo siempre quise diseñar cosas como las que hacen en su empresa.” Esta tendencia de considerar los soportes sociales cercanos como la mayor influencia para seleccionar una ingeniería como carrera profesional fue la misma en los grupos de habilidades matemáticas altas y bajas, con un porcentaje ligeramente mayor para este último (ver tabla 4).

El resultado más interesante de este análisis cualitativo fue la diferencia que se encontró en la segunda respuesta más frecuente para cada grupo, ya que en el de habilidades matemáticas altas la influencia más frecuente después de los soportes sociales cercanos fue el interés personal en actividades relacionadas a la ingeniería. Por otra parte, la influencia más común después de los soportes sociales cercanos en el grupo de habilidades matemáticas bajas fueron las expectativas de resultados, lo cual puede ser buscar un trabajo con un buen estatus social o tener un buen sueldo.

Tabla 4. Influencias más comunes para seleccionar ingeniería como carrera profesional según la pregunta: ¿cuál fue la influencia más grande que tuviste para escoger la carrera profesional que deseabas estudiar?

	Todos los ingenieros	Ingenieros con habilidades matemáticas bajas	Ingenieros con habilidades matemáticas altas
Soportes sociales cercanos	105 (36.7%)	35 (40.1%)	70 (35.8%)
Interés	68 (23.9%)	15 (16.5%)	53 (27.2%)
Expectativas de resultados	51 (18%)	20 (22.3%)	31 (15.9%)
Otros soportes	32 (11.3%)	10 (11.1%)	22 (11.3%)
Autoeficacia matemática	28 (10.1%)	9 (10.1%)	19 (9.8%)

Los participantes con respuestas que no se podían analizar con estos códigos fueron eliminados de esta parte del estudio.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Las diferencias que se encontraron entre los factores que pueden ser significativos para predecir la probabilidad de que un estudiante seleccione una ingeniería como su carrera profesional sugieren que los jóvenes pueden tener diferentes razones e influencias que los lleven a interesarse en algún programa educativo de esta rama. Según los resultados de los diferentes grupos que se analizaron, las razones que los estudiantes tienen para seleccionar una ingeniería pueden variar dependiendo del nivel de preparación matemática que tengan al momento de tomar esta importante decisión. Entender las diferencias que existen entre estudiantes con diferentes habilidades matemáticas al escoger una ingeniería puede ser de gran ayuda para mejorar las probabilidades de que los jóvenes se puedan interesar en estas carreras sin sentirse intimidados por su fuerte contenido matemático.

El único factor que demostró ser significativo al seleccionar una ingeniería como carrera profesional para todos los grupos que se analizaron fue el del género de los participantes. Este resultado era algo esperado, ya que, tal cual se mencionó anteriormente, la literatura actual sugiere que los hombres son más propensos a seleccionar ingeniería que sus compañeras mujeres (Hackett y Betz, 1989; Ohland *et al.*, 2011; Paderewski *et al.*, 2017). Esta diferencia tan marcada entre el interés de prepararse como ingenieros por parte de los hombres y las mujeres puede estar relacionada a estereotipos y ambientes negativos que afectan a las mujeres que intentan involucrarse en carreras y actividades relacionadas con las matemáticas (Aronson *et al.*, 2002). Los estereotipos negativos que enfrentan las mujeres al realizar actividades matemáticas les pueden generar poca confianza en sus capacidades numéricas, estrés y poco interés en continuar un camino que las lleve a seleccionar una carrera profesional relacionada con las matemáticas (Goetz *et al.*, 2013).

El género de los participantes fue un factor que resaltó por su gran impacto en la decisión de los participantes de seleccionar una ingeniería en el grupo de habilidades matemáticas bajas: las mujeres tienen 4.6 veces menos probabilidades de seleccionar una ingeniería que sus compañeros hombres. Este resultado fue el más significativo y evidente de todos los modelos de regresión que se corrieron, y sugiere que las mujeres son menos propensas a seleccionar alguna ingeniería si llegan a pensar que sus habilidades matemáticas no son lo suficientemente buenas para ayudarlas a titularse. Esta teoría puede ser sustentada

con los resultados de las regresiones utilizando los grupos separados por género, donde las mujeres mostraron dar más relevancia a tener buenos resultados en la parte matemática de su ACTm al momento de considerar una ingeniería. Estos datos sugieren además que las mujeres pueden ser más cautelosas en el proceso de seleccionar una carrera profesional, lo cual las lleva a analizar su nivel de habilidades matemáticas de una forma más detallada que sus compañeros hombres para determinar si cuentan con la preparación adecuada para terminar satisfactoriamente una ingeniería antes de intentar inscribirse en una.

Aunque tener experiencia tomando un curso de cálculo demostró ser un factor significativo para predecir las probabilidades de seleccionar una ingeniería cuando se analizaron los resultados de la regresión con todos los participantes, este factor perdió relevancia al analizar los grupos separados por el nivel de sus habilidades matemáticas. Puesto que haber tomado un curso de cálculo dejó de ser un factor significativo para seleccionar ingeniería en los resultados obtenidos con los grupos de habilidades matemáticas bajas y altas, se puede interpretar que los estudiantes le dan mucha importancia al tipo de experiencias que tuvieron al llevar este curso y cómo fue su desempeño final para considerar la posibilidad de seleccionar ser ingenieros.

Por otro lado, los cursos de preparatoria que mostraron ser factores negativos significativos siempre estuvieron relacionados con las ciencias. La única diferencia que se encontró es que tomar un curso de biología hace menos probable que los hombres seleccionen una ingeniería, mientras que tomar cualquier otro curso relacionado con las ciencias hace que las mujeres se alejen de la posibilidad de seleccionar una ingeniería como carrera profesional. Estos resultados pueden ser explorados más a fondo para determinar si realmente existen ciertos cursos o experiencias que provoquen que un joven estudiante pierda el interés en las carreras de ingeniería desde su educación preparatoria, lo cual puede ayudar a generar mejores oportunidades para que el número de estudiantes de ingeniería en grupos que actualmente son minoría en estas profesiones como las mujeres aumente (Ohland *et al.*, 2011).

Al analizar la información recopilada con la pregunta: ¿cuál fue la influencia más grande que tuviste para escoger la carrera profesional que deseabas estudiar?, se estableció la importancia de tener un modelo a seguir, o una persona cercana que pueda despertar el interés de los estudiantes en buscar un título de ingeniería. Esto se demostró al encontrar que la influencia más común en la decisión de comenzar una carrera afín a este campo fue tener soportes sociales cercanos como familiares, amigos o profesores que les hablaran a los estudiantes sobre las actividades que pueden realizar los distintos ingenieros en su trabajo. El tener una relación cercana con una persona que pudiera conectar al estudiante con alguna experiencia en el campo de la ingeniería fue una razón determinante para los estudiantes que seleccionaron prepararse como ingenieros sin importar su nivel de habilidades matemáticas; pero se encontraron algunas diferencias en la influencia que los estudiantes mencionaron como segunda más frecuente en los grupos de habilidades matemáticas altas y bajas.

Para el grupo de habilidades matemáticas bajas, las expectativas de resultados fueron una razón común para seleccionar una ingeniería como carrera profesional. Esto sugiere que estos estudiantes pueden pensar que obtener un título de ingeniero es un buen camino para tener un mejor estilo de vida y una buena remuneración económica, sin ver la ingeniería como una profesión que les pueda interesar realmente. Por el otro lado, los estudiantes con habilidades matemáticas altas mencionaron tener un interés genuino en los conceptos de la rama en cuestión; mencionaron, por ejemplo, que les gustaría diseñar y construir aparatos tecnológicos como parte de su trabajo en un futuro. Estos resultados pueden ser un buen comienzo para buscar alguna relación entre las experiencias y resultados que los estudiantes puedan tener en sus cursos de matemáticas en preparatoria y el interés que estos puedan desarrollar en programas y actividades relacionados con la ingeniería.

Conclusiones

Los estudiantes que probaron tener una buena preparación matemática mediante calificaciones altas en las pruebas de conocimiento matemático (CMPT y ACTm) y el testimonio de haber tomado cursos de cálculo en preparatoria mostraron más interés en seleccionar una carrera de ingeniería que aquellos con deficiencias en su preparación matemática. Si se desea incrementar el alumnado en las carreras de ingeniería es necesario que se tomen en cuenta estos resultados. Para este fin, los profesores y directivos encargados de la educación media superior y superior deben poner énfasis en el diseño de actividades y programas que motiven a los estudiantes de preparatoria a involucrarse en actividades y cursos que les puedan ayudar a mejorar sus habilidades matemáticas. Si se logra despertar un mayor interés en estos cursos y actividades desde la educación preparatoria de los estudiantes, no solo se podrían mejorar las tasas de inscripción en los programas ingenieriles, también se estarían ofreciendo mejores herramientas a los alumnos que estén cursando alguna ingeniería para que logren terminar su carrera con éxito, además de fomentar el desarrollo de un verdadero interés en las actividades de diseño e innovación relacionadas con estas carreras.

Otro resultado relevante de esta investigación fue la marcada diferencia entre estudiantes hombres y estudiantes mujeres que se inscriben a carreras de ingeniería. Este resultado concuerda con la literatura actual a nivel global, lo cual lo convierte en un problema de interés mundial. Por esta razón, es importante que los profesores y directivos a cargo de la educación media superior diseñen y propongan conferencias y talleres que busquen alertar sobre esta realidad tanto a profesores como alumnos en edad de seleccionar su carrera profesional. De esta manera se puede empezar a concientizar a la sociedad de que estamos dejando el desarrollo tecnológico en manos de una mayoría masculina, lo cual provoca la falta de diferentes puntos de vista y soluciones de problemas que resuelvan las necesidades de hombres y mujeres por igual. Además, se debe buscar a mujeres preparadas y exitosas en las áreas de ingeniería para que puedan servir como modelos a seguir para las mujeres jóvenes en su formación académica. Si las mujeres estudiantes pudieran tener fácil acceso a pláticas y eventos dirigidos por mujeres exitosas en el área de ingeniería, podrían darse una mejor idea de cómo pueden ayudar a la sociedad desarrollando soluciones tecnológicas para

problemas comunes. Esto puede tener un gran impacto en el interés de las jóvenes estudiantes en actividades relacionadas con las matemáticas y la ingeniería, ya que se considera que las mujeres se interesan en carreras relacionadas a las ciencias sociales debido a su deseo de ayudar a las demás personas de una forma directa. Aunque se reconoce que reducir la brecha de género en las áreas de ingeniería es un trabajo complicado, se debe de comenzar a trabajar en estrategias para atacar este problema desde la educación preparatoria, ya que la mayoría de los estudiantes deciden qué tipo de carrera profesional les interesa dependiendo de las actividades y experiencias que tienen durante su formación en este nivel.

Trabajo a futuro y limitaciones

Para futuros estudios relacionados con el nivel de habilidades matemáticas de los estudiantes en otros países como México, se recomienda que se utilicen exámenes estandarizados de conocimiento especializados en determinar la preparación matemática de los estudiantes, por ejemplo, los exámenes de diagnóstico diseñados por el Centro Nacional para la Evaluación (Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, 2017). Los resultados obtenidos en estos exámenes pueden servir como una estimación más aproximada de las habilidades matemáticas de los estudiantes, y así se podría determinar si existe una relación entre la calificación en la parte matemática del examen Ceneval (prueba de conocimientos estandarizada para la admisión a la universidad en México) y las probabilidades de seleccionar una ingeniería por parte de los estudiantes mexicanos. Sin duda esto podría ser de gran ayuda para desarrollar planes para mejorar la educación tecnológica en nuestro país.

Además, se recomienda realizar una investigación más detallada sobre la brecha de género que actualmente existe entre profesionistas y alumnos en las áreas de ingeniería en países como México. Futuros estudios que busquen aclarar esta disparidad de género deben de poner especial atención en la influencia que puedan tener los cursos tomados en preparatoria, ya sean de matemáticas o de ciencias, de esta forma se puede identificar qué tipo de actividades y cursos pueden alentar a las estudiantes a interesarse en carreras de ingeniería. En México se toman cursos de cálculo de forma obligatoria como parte del programa académico de preparatoria, mientras que en otros países como Estados Unidos las

clases de cálculo son optativas a este nivel. Estas diferencias pueden ayudarnos a comparar qué tipo de efecto puede tener el ofrecer cursos de cálculo de forma optativa u obligatoria en el interés de los estudiantes de preparatoria por convertirse en ingenieros, especialmente en grupos afectados por estereotipos negativos relacionados con las matemáticas como pueden ser las mujeres.

Los resultados y conclusiones de esta investigación deben interpretarse con el conocimiento de las limitaciones generadas por el tamaño y la diversidad limitada de la muestra. El lector debe revisar similitudes entre las poblaciones que desea analizar para poder aplicar los conceptos e ideas presentadas en este trabajo de investigación. Se debe de recolectar más información en diferentes contextos y países para poder generalizar estos resultados, especialmente si se desea seguir esta línea de investigación con estudiantes mexicanos. Además de la falta de condiciones idóneas para generalizar las conclusiones de este trabajo, la forma en que se seleccionó la muestra para el análisis cuantitativo representa una limitante para la validez externa de los resultados debido a que no es una muestra probabilística aleatoria. Por otro lado, se debe de considerar que los resultados de esta investigación están basados en regresiones, y esto limita la posibilidad de determinar la dirección de la correlación reportada en este trabajo (Rovine y Von Eye, 1997). Para determinar la posible causalidad de estos resultados, se necesita una investigación cualitativa que determine las razones por las cuales un estudiante de preparatoria se puede llegar a interesar en una carrera del área de ingeniería.

Referencias

- Aronson, J., Fried, C. B. and Good, C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(2), 113-125.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. New Jersey, United States: Prentice Hall.
- Betz, N. E. and Hackett, G. (1983). The relationship of mathematics self-efficacy expectations to the selection of science-based college majors. *Journal of Vocational Behavior*, 23(3), 329-345.
- Brown, S. and Burnham, J. (2012). Engineering student's mathematics self-efficacy development in a freshmen engineering mathematics course. *International Journal of Engineering Education*, 28(1), 113-129.
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior [Ceneval]. (2017). *Exámenes Diagnósticos*. México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior. Recuperado de <http://www.ceneval.edu.mx/examenes-de-diagnostico>.
- Collett, D. (1991). *Modelling binary data*. London, England: Chapman and Hall.
- Committee on STEM Education. (2013). *Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. 5-Year Strategic Plan*. D.C., United States: National Science and Technology Council. Retrieved from http://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt]. (2014). Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado de http://www.conacyt.gob.mx/images/conacyt/PECiTI_2014-2018.pdf.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods research*. California, United States: Sage Publications.
- Creswell, J. W. and Clark, V. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. California, United States: Sage Publications.

- Cunningham, C. and Knight, M. (2004). Draw an engineer test: Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering. Paper presented at the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. Salt Lake City, Utah, June 20-23, 2004.
- Dillman, D. A. (2007). *Mail and internet surveys: The tailored design method*. New York, United States: Wiley.
- Erdmann, V. and Schumann, T. (2010). *European Engineering Report*. Koln, Alemania: Institut der deutschen wirtschaft. Retrieved from https://www.vdi.de/uploads/media/2010-04_IW_European_Engineering_Report_02.pdf.
- Eris, O., Chachra, D., Chen, H. L., Sheppard, S., Ludlow, L. and Rosca, C. (2010). Outcomes of a longitudinal administration of the persistence in engineering survey. *Journal of Engineering Education*, 99(4), 371-395.
- Falk, R. and Well, A. V. (1997). Many faces of the correlation coefficient. *Journal of Statistics Education*, 5. Retrieved from <http://www.amstat.org/publications/jse/v5n3/falk.html>.
- Gobierno de la República. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. México: Gobierno de la República. Recuperado de <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf>.
- Goetz, T., Bieg, M., Lüdtke, O., Pekrun, R. and Hall, N. C. (2013). Do girls really experience more anxiety in mathematics? *Psychological Science*, 24(10), 2079-2087.
- Hackett, G. (1985). Role of mathematics self-efficacy in the choice of math-related majors of college women and men: A path analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 32(1), 47-56.
- Hackett, G. and Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273.
- Hayes, A. F. (2013). *Methodology in the social sciences. Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York, United States: Guilford Press.

- Kokkelenberg, E. C. and Sinha, E. (2010). Economics of education review who succeeds in STEM studies. An analysis of Binghamton University undergraduate students. *Economics of Education Review*, 29(6), 935-946.
- Lent, R., Lopez, F. and Bieschke, K. (1991). Mathematics self- efficacy sources and relation to science-based career choice. *Journal of Counseling Psychology*, 38(4), 424-430.
- Lent, R. W., Brown, S. D. and Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122.
- Levin, J. and Wyckoff, J. (1988). Effective advising: Identifying students most likely to persist and succeed in engineering. *Engineering Education*, 78(11), 178–182.
- National Academy of Engineering. (2015). *Introduction to the grand challenges for engineering*. Washington, D.C. Recuperado de <http://www.engineeringchallenges.org/challenges/16091.aspx>
- Nicholls, G. M., Wolfe, H., Besterfield, M., Shuman, L. J. and Larpkittaworn, S. (2007). A method for identifying variables for predicting STEM enrollment. *Journal of Engineering Education*, 96(1), 33–44.
- Ohland, M. W., Brawner, C. E., Camacho, M. M., Layton, R. A., Long, R. A., Lord, S. M. and Wasburn, M. H. (2011). Race, gender, and measures of success in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 225–252.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2014). *PISA 2012 Results: What students know and can do – student performance in mathematics, reading and science*. Paris, France: OECD Publishing.
- Paderewski, P., García-Arenas, M. I., Gil, R. M., González, C. S., Ortigosa, E. M. and Padilla, N. (2017). Initiatives and strategies to encourage women into engineering. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 12(2), 106–114.
- Porter, C. H. (2011). An examination of variables which influence high school students to enroll in an undergraduate engineering or physical science major. (doctoral thesis). Clemson University, Clemson.
- R Development Core Team. (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Germany: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved

from <https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>.

- Rovine, M. L. and Von Eye, A. (1997). A 14th way to look at a correlation coefficient: Correlation as the proportion of matches. *American Statistician*, 51, 42-46.
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z. and Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education*, 96, 411-427.
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. London, England: SAGE.
- Sandelowski, M., Voils, C. I. and Knafl, G. (2009). On quantitizing. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(3), 208-222.
- Secretaría de Educación Pública [Sep]. (2007). Programa sectorial de educación 2007-2012. México: Secretaría de Educación Pública.
- Seymour, E. and Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Colorado, United States: Westview Press.

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Gustavo Morán Soto
Metodología	Gustavo Morán Soto y Lisa Benson – Igual
Software	Gustavo Morán Soto
Validación	Gustavo Morán Soto y Lisa Benson – Igual
Análisis Formal	Gustavo Morán Soto
Investigación	Gustavo Morán Soto y Lisa Benson – Igual
Recursos	Lisa Benson
Curación de datos	Gustavo Morán Soto
Escritura - Preparación del borrador original	Gustavo Morán Soto
Escritura - Revisión y edición	Gustavo Morán Soto y Lisa Benson – Igual
Visualización	Gustavo Morán Soto
Supervisión	Lisa Benson
Administración de Proyectos	Lisa Benson
Adquisición de fondos	Gustavo Morán Soto