

Self-Efficacy Changes in Women Engineering Academics: Evidence from a Combined Training and Mentoring Intervention

Sonia Perez-Suarez¹; Angeles Dominguez^{1,2}; Maria Elena Truylol²; Genaro Zavala¹

¹Tecnologico de Monterrey, Mexico, sonia.perez@tec.mx, genaro.zavala@tec.mx

²Universidad Andres Bello, Chile, maria.dominguez@unab.cl, maria.truylol@unab.cl

Abstract– This study analyzes changes in self-efficacy levels associated with participation in a mentoring program for women engineering academics. The intervention included an initial training phase via a Massive Open Online Course and a subsequent stage of structured mentoring sessions to strengthen self-efficacy. A quantitative approach was employed using a repeated-measures design, with pre- and post-intervention assessments in a sample of 24 women academics. Self-efficacy was measured using a previously validated instrument, and data analysis included descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test, a nonparametric test for related samples, and effect size estimation. The results show an increase in self-efficacy levels following the intervention. These findings suggest that mentoring programs strengthen professional confidence among women engineering academics and provide evidence on training strategies for professional development in the advanced stages of academic careers. The results should be interpreted in the context of the study design, given the absence of a comparison group, the sample size, and the combined nature of the intervention, which does not permit precise identification of each component's contribution.

Keywords– mentoring; self-efficacy; women in engineering; STEM; higher education.

I. INTRODUCCIÓN

La autoeficacia ha sido ampliamente reconocida como un factor clave en el desarrollo académico y profesional dentro de las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés). Diversos estudios han señalado que la autoeficacia influye significativamente en la motivación, el desempeño académico, la productividad científica y las aspiraciones profesionales de los individuos [1], [2], [3], [4]. La autoeficacia se define como la percepción que tiene una persona sobre su capacidad para organizar y ejecutar las acciones necesarias para alcanzar determinados resultados [5]. En contextos académicos complejos, como los programas de ingeniería, estas creencias resultan particularmente relevantes, ya que influyen en cómo los individuos enfrentan desafíos cognitivos, regulan su esfuerzo, persisten ante dificultades, y se comprometen a completar sus estudios [6], [7].

En el ámbito de las disciplinas STEM, la autoeficacia se ha vinculado de manera consistente con la elección de carrera, la permanencia en programas académicos y la consolidación de trayectorias profesionales [8], [9], [10]. Investigaciones recientes indican que niveles elevados de autoeficacia se

asocian con mayor compromiso académico, mayor persistencia en programas de ingeniería y mayor probabilidad de desarrollar carreras científicas y tecnológicas [10] [11], [12]. Sin embargo, estas dinámicas no se distribuyen de manera equitativa entre hombres y mujeres. A pesar de los avances en el acceso de las mujeres a la educación superior, su representación continúa siendo desigual a lo largo de las distintas etapas de su trayectoria en ingeniería y otras áreas STEM. Aunque en los últimos años ha aumentado el número de mujeres que obtienen títulos de posgrado en estas disciplinas, este incremento no se ha traducido en una mayor presencia femenina en posiciones académicas dentro de departamentos STEM[13].

Se ha documentado que, aunque el interés inicial en áreas STEM puede ser relativamente similar entre niñas y niños, la proporción de mujeres disminuye progresivamente a lo largo de la trayectoria educativa y profesional [14]. Esta reducción no solo se observa en el acceso a programas universitarios, sino también en la transición hacia el mercado laboral y, especialmente, en la consolidación de carreras académicas dentro de disciplinas de ingeniería [13]. Factores como los estereotipos de género, los entornos académicos masculinizados y el sentido de no pertenencia pueden influir en las decisiones de permanencia y de desarrollo profesional de las mujeres en estos campos [7]. [15].

En este contexto, la mentoría académica se ha identificado como una estrategia relevante para apoyar el desarrollo profesional en entornos científicos y tecnológicos. La mentoría se define como una relación estructurada orientada al desarrollo profesional en la que una persona con mayor experiencia proporciona orientación, retroalimentación y apoyo estratégico a otra en etapas tempranas de su trayectoria profesional [16]. A través de procesos de acompañamiento, modelamiento y retroalimentación, las mentorías pueden generar experiencias de aprendizaje que favorecen el fortalecimiento de la autoeficacia.

Desde la perspectiva de la teoría social cognitiva, la autoeficacia no es un rasgo fijo, sino una creencia que puede desarrollarse mediante experiencias de dominio, modelamiento social, persuasión verbal y regulación emocional [5]. En este sentido, los programas de mentoría pueden constituir entornos particularmente propicios para el desarrollo de estas fuentes de autoeficacia, al ofrecer oportunidades de aprendizaje experiencial, interacción con

referentes profesionales y construcción de redes académicas [17], [18]. A través de estos procesos, las mentorías pueden facilitar el acceso a experiencias que fortalecen la percepción de capacidad para enfrentar desafíos académicos y profesionales [19], [20].

A pesar del creciente interés por el estudio de la autoeficacia en STEM, gran parte de la investigación se ha concentrado en poblaciones estudiantiles, en particular en niveles de educación media y superior. En contraste, aún existe una comprensión limitada sobre cómo se desarrollan las creencias de autoeficacia en mujeres que ya participan activamente en contextos académicos o profesionales dentro de disciplinas técnicas [21]. Esta limitación es aún más evidente en el campo de la ingeniería, donde la investigación sobre la autoeficacia en etapas avanzadas de la trayectoria académica y profesional sigue siendo relativamente escasa.

Esta brecha resulta relevante porque la autoeficacia en investigación se ha asociado con variables clave del desarrollo académico. Estudios previos han mostrado que niveles más altos de autoeficacia se relacionan con mayor interés por la investigación, una mayor intención de continuar carreras científicas y mayores niveles de productividad académica medida a través de publicaciones [22]. En el caso de docentes universitarios, la evidencia también indica que mayores niveles de autoeficacia se asocian con una mayor producción científica y con un progreso más sólido en la trayectoria académica [23].

Este estudio analiza los cambios en los niveles de autoeficacia asociados a la participación en un programa de mentoría dirigido a mujeres académicas de ingeniería. A partir de la implementación de una intervención formativa que combinó una fase de capacitación y sesiones estructuradas de mentoría, la investigación examina cómo este tipo de programas puede influir en el desarrollo de la autoeficacia en contextos académicos. En este sentido, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿se observan cambios en los niveles de autoeficacia de las participantes entre la medición inicial y la medición final?, ¿en qué medida varían estos niveles tras la participación en un programa combinado de capacitación y mentoría?, y ¿cuál es la magnitud de dichos cambios en términos estadísticos?

II. METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo con un diseño de mediciones repetidas [24]. Los niveles de autoeficacia de las participantes se evaluaron antes y después de una intervención formativa compuesta por un curso masivo abierto en línea (Massive Open Online Course, MOOC) y un proceso de mentoría. Para analizar posibles cambios asociados a la intervención, se utilizaron técnicas estadísticas para muestras relacionadas.

A. Capacitación

La primera fase del estudio consistió en una etapa de capacitación estructurada mediante un MOOC. Los MOOC's constituyen entornos de aprendizaje en línea caracterizados por su acceso abierto, escalabilidad y capacidad para ofrecer

experiencias formativas a gran número de participantes mediante plataformas digitales [25]. La estructura del programa cumplió con los principios de estandarización pedagógica y acceso flexible, integrando recursos digitales, actividades prácticas y evaluaciones formativas orientadas al logro de los objetivos de aprendizaje [26]. Se ofrecieron dos trayectorias formativas diferenciadas, una para mentoras (25 horas) y otra para mentoreadas (15 horas), organizadas en módulos secuenciales con contenidos, actividades y evaluaciones alineados a los objetivos de aprendizaje. En el caso de las mentoras, los módulos abordaron: (1) la dimensión de género en STEM, incluyendo brechas y estereotipos; (2) los fundamentos de la mentoría; (3) el desarrollo de habilidades clave, como la comunicación, la retroalimentación y el acompañamiento; (4) el diseño de planes de mentoría, con la definición de objetivos y el seguimiento; y (5) la integración de herramientas prácticas para la implementación del proceso. Por su parte, la formación de mentoreadas incluyó contenidos sobre: (1) el contexto de las mujeres en STEM; (2) la naturaleza y propósito de la mentoría; (3) las habilidades necesarias para participar activamente en el proceso; (4) modelos de mentoría; (5) la formulación de objetivos SMART; y (6) el análisis de estudios de caso orientados a la aplicación de los aprendizajes.

Para garantizar la replicabilidad y la verificación de la exposición efectiva a la intervención, se establecieron criterios operativos para la participación y la evaluación. Cada módulo incorporó evaluaciones formativas y sumativas orientadas a verificar la comprensión de los contenidos y su aplicación, y requirió su aprobación para considerarlo completado. La participación efectiva se definió a partir del registro de acceso a la plataforma, del avance en los contenidos y del cumplimiento de las actividades y evaluaciones. El curso se implementó en la plataforma Vincúlate como entorno virtual de aprendizaje, lo que permitió dar seguimiento sistemático al progreso y documentar el nivel de involucramiento de las participantes. Asimismo, la tasa de finalización del curso se utilizó como indicador de adherencia a la intervención, con el fin de asegurar que las fases posteriores se desarrollaran con participantes que completaran efectivamente el proceso formativo.

B. Mentorías

El proceso de mentorías se estructuró bajo un esquema individual uno a uno, con una duración mínima de 10 horas por participante, distribuidas en sesiones sincrónicas y actividades de seguimiento. Estas sesiones se diseñaron en coherencia con los mecanismos de desarrollo de la autoeficacia propuestos por la teoría social cognitiva de Bandura, la cual explica el fortalecimiento de esta creencia a partir de cuatro fuentes principales: experiencias de dominio, modelamiento social, persuasión verbal y estados fisiológicos y afectivos [27]. La mentoría se desarrolló en modalidad virtual, utilizando Microsoft Teams como entorno de comunicación, coordinación y acompañamiento continuo entre las participantes. La asignación de los pares se realizó según criterios de afinidad académica y profesional, considerando el

área disciplinar, la trayectoria y los objetivos de desarrollo, con el propósito de asegurar la pertinencia del acompañamiento.

Las sesiones se centraron en el fortalecimiento del desarrollo profesional de las participantes, incluyendo la clarificación de objetivos académicos y laborales, el fortalecimiento de la autoconfianza para desenvolverse en entornos STEM y el desarrollo de habilidades para la toma de decisiones en contextos académicos y profesionales. En particular, se promovieron actividades orientadas al fortalecimiento de la autoeficacia, tales como la definición y seguimiento de metas profesionales, la reflexión guiada sobre logros previos, el modelamiento a partir de la experiencia de las mentoras y la retroalimentación verbal orientada a reforzar la percepción de competencia.

Asimismo, se abordaron estrategias para el manejo de barreras de género, la construcción de redes de apoyo y la identificación de áreas de mejora personal, como las habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo. Adicionalmente, las mentorías incluyeron orientación sobre oportunidades de desarrollo académico, tales como acceso a la investigación, becas y programas avanzados, así como recomendaciones para lograr un equilibrio entre la vida personal y la profesional. Las sesiones también proporcionaron un espacio de acompañamiento y apoyo, favoreciendo el intercambio de experiencias y la transferencia de conocimiento desde la trayectoria de las mentoras.

C. Población y muestra

La selección de participantes se realizó mediante muestreo intencional no probabilístico e incluyó a 24 docentes e investigadoras adscritas a la Facultad de Ingeniería de una universidad privada ubicada en Monterrey, Nuevo León, México. Los criterios de inclusión consideraron la pertenencia a esta unidad académica, la participación voluntaria mediante consentimiento informado y el compromiso de participar en las actividades formativas y en las sesiones de mentoría contempladas en el programa. Se excluyeron a las participantes que no completaron los instrumentos de recolección de datos o no otorgaron su consentimiento informado.

Las mentoras correspondieron a académicas con mayor trayectoria profesional dentro de la institución, incluyendo perfiles con funciones de docencia, investigación, gestión académica y dirección. Esta diversidad de roles permitió incorporar experiencia tanto en el ámbito formativo como en la toma de decisiones institucionales. En total, participaron 12 mentoras. Por su parte, las mentoreadas se caracterizaron por encontrarse en etapas iniciales o intermedias de su desarrollo académico, desempeñándose principalmente en funciones docentes o de apoyo a la investigación. En total, participaron 12 mentoreadas. La asignación de los roles de mentora y mentoreadas se realizó considerando el nivel de experiencia, la posición académica y la trayectoria profesional, con el propósito de favorecer procesos de acompañamiento basados en la transferencia de conocimiento y experiencia.

D. Instrumentos y recolección de datos

Se empleó un instrumento previamente validado para la medición de factores psicosociales asociados con la participación y permanencia en disciplinas STEM, desarrollado por Findley-Van Nostrand y Pollenz [28]. El instrumento se sustenta en la teoría social cognitiva y en la teoría de la autodeterminación, marcos teóricos que permiten examinar la relación entre variables motivacionales y la percepción de competencia en contextos académicos. Desde esta perspectiva, la autoeficacia se entiende como un constructo central asociado con la motivación, el desempeño y la persistencia en trayectorias académicas en STEM. En coherencia con este enfoque, se seleccionaron del instrumento original las dimensiones de autoeficacia académica y autoeficacia en tareas científicas, las cuales fueron integradas en una sola escala al considerarse representativas de la percepción de competencia en actividades académicas y científicas. Esta versión fue sometida a un proceso de validación de contenido mediante la revisión de un panel de 6 expertos, a partir del cual se definió la versión final del instrumento, conformada por 5 ítems con formato de respuesta tipo Likert de 7 puntos (1 = totalmente en desacuerdo a 7 = totalmente de acuerdo). El instrumento fue posteriormente adaptado lingüística y conceptualmente al contexto de mujeres académicas en ingeniería.

En la muestra analizada, se evaluó la fiabilidad interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach para verificar la consistencia de las mediciones en ambos momentos de aplicación. La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario digital administrado a través de la plataforma Qualtrics en dos momentos de medición: antes de la fase de capacitación y después del proceso de mentoría.

E. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó con el software IBM SPSS Statistics. Se calcularon estadísticos descriptivos para caracterizar los niveles de autoeficacia en los dos momentos de medición. El supuesto de normalidad se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Dado que los datos no cumplieron con este supuesto, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, con el fin de comparar las mediciones pre y postintervención. El tamaño del efecto se estimó mediante el estadístico r para evaluar la magnitud de las diferencias observadas.

III. RESULTADOS

La consistencia interna del instrumento mostró niveles adecuados en la muestra analizada ($\alpha = .88$ en la medición inicial; $\alpha = .81$ en la medición final). El análisis de ítems evidenció que el primer ítem presentó una menor capacidad discriminativa en la medición final, lo que se reflejó en la concentración de respuestas en la categoría más alta de la escala.

El análisis descriptivo indicó un incremento en los niveles de autoeficacia tras la intervención ($M_{pre} = 6.50$, $DE = 0.61$; $M_{post} = 6.78$, $DE = 0.36$), como se presenta en la Tabla I.

La prueba de normalidad de Shapiro–Wilk indicó que los datos no seguían una distribución normal (autoeficacia inicial: $W = 0.850$, $p = 0.002$; autoeficacia final: $W = 0.761$, $p < 0.001$). En consecuencia, se aplicó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para comparar las mediciones pre y postintervención. Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo en los niveles de autoeficacia tras la intervención ($Z = -2.63$, $p = 0.009$), con un tamaño del efecto moderado ($r = 0.54$), lo cual se presenta en la Tabla II.

Estos hallazgos sugieren que la intervención de mentoría se asocia con una mejora significativa en la percepción de autoeficacia de las participantes. El incremento de los niveles de autoeficacia puede observarse en la Fig. 1.

El incremento observado en los niveles de autoeficacia, aunque moderado en términos absolutos, resulta relevante si se considera que las participantes ya presentaban valores iniciales elevados. En este contexto, el margen de mejora es reducido, por lo que incluso variaciones pequeñas reflejan cambios significativos en la percepción de la competencia. Asimismo, la disminución de la desviación estándar sugiere una menor dispersión de las respuestas, lo que indica que, tras la intervención, las participantes no solo aumentaron su autoeficacia, sino que también mostraron percepciones más homogéneas respecto a su capacidad académica y profesional.

El hecho de que las participantes presentaran niveles elevados de autoeficacia desde la medición inicial no invalida la pertinencia de la intervención, sino que la redefine. En contextos académicos avanzados, como el de mujeres que ya se desempeñan en ingeniería, las intervenciones no buscan únicamente incrementar la autoeficacia desde niveles bajos, sino también fortalecer, consolidar y sostener estas creencias frente a entornos altamente exigentes. En este sentido, el incremento observado, junto con la reducción en la variabilidad de las respuestas, sugiere que la intervención contribuyó a estabilizar la percepción de competencia y a generar mayor consistencia entre las participantes. Esto resulta particularmente relevante en contextos donde factores estructurales y culturales pueden erosionar la confianza profesional con el tiempo, incluso en perfiles altamente calificados.

TABLA I
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Medición	N	Media	DE
Autoeficacia inicial	24	6.50	0.61
Autoeficacia final	24	6.78	0.36

TABLA II
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON

Comparación	N	Z	p	r
Autoeficacia final - Autoeficacia inicial	24	-2.63	0.009	0.54

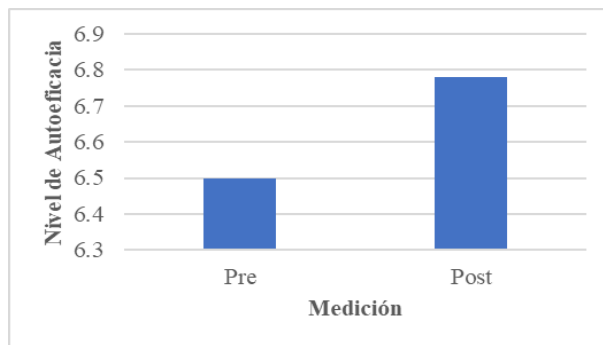


Fig. 1. Cambios en los niveles de autoeficacia antes y después de la intervención.

IV. DISCUSIÓN

El incremento observado en los niveles de autoeficacia después de la intervención sugiere que las experiencias formativas basadas en mentoría podrían influir positivamente en la percepción de competencia académica y profesional. En la literatura reciente se ha señalado que la autoeficacia constituye un factor central en la motivación y en la persistencia en trayectorias STEM. Se ha argumentado que la autoeficacia influye en la manera en que los individuos enfrentan desafíos académicos complejos y en su disposición a continuar en campos científicos y tecnológicos [29], [30]. En este sentido, el aumento observado en los niveles de autoeficacia refuerza la idea de que fortalecer estas creencias puede contribuir al desarrollo académico en contextos altamente exigentes como la ingeniería [6], [7].

La teoría social cognitiva del desarrollo profesional plantea que la autoeficacia influye en la formación de intereses, metas y decisiones de carrera. Se ha señalado que los estudiantes que presentan mayores niveles de autoeficacia tienden a mostrar mayor persistencia en programas STEM y mayor confianza en su capacidad para desempeñarse en estos campos [31]. Estos hallazgos han llevado a que gran parte de la investigación en este tema se concentre en analizar cómo se desarrollan estas creencias durante las etapas formativas de los estudiantes.

La investigación sobre la autoeficacia en las disciplinas STEM se ha centrado predominantemente en poblaciones estudiantiles, especialmente en los niveles de educación media y superior. Debido a ello, se ha limitado el análisis de cómo se desarrollan las creencias de autoeficacia en etapas posteriores de la trayectoria profesional. Desde hace más de una década, se ha señalado la necesidad de ampliar la investigación hacia contextos profesionales y hacia poblaciones que ya se encuentran insertas en entornos académicos o laborales especializados [21]. Sin embargo, a pesar de estos llamados en la literatura, los estudios empíricos centrados en etapas avanzadas de la carrera siguen siendo relativamente escasos. Analizar estos contextos resulta particularmente relevante, ya que las dinámicas institucionales, culturales y organizacionales pueden influir de manera distinta en la construcción de la confianza profesional.

En el contexto específico de la ingeniería, esta necesidad resulta aún más evidente debido a las características propias

del campo. Las disciplinas técnicas suelen asociarse con entornos altamente competitivos y con estereotipos culturales que pueden influir en la percepción de pertenencia de ciertos grupos [32]. En particular, se ha señalado que los estereotipos vinculados con la ingeniería y otras áreas STEM pueden afectar la forma en que las mujeres perciben sus capacidades y su lugar dentro de estos campos [33]. Estas dinámicas contribuyen a configurar contextos en los que la construcción de la confianza profesional puede verse condicionada por factores culturales e institucionales.

Las mujeres que se desarrollan en áreas STEM pueden enfrentar barreras adicionales que influyen en su percepción de competencia y en su permanencia en el campo. Estas barreras se relacionan con representaciones culturales y expectativas sociales que moldean la manera en que se evalúan las capacidades en las disciplinas técnicas. Se ha señalado que estos estereotipos influyen en la forma en que las mujeres perciben sus propias capacidades y su lugar en estos campos [34]. En este sentido, comprender cómo se desarrolla la autoeficacia en estos contextos resulta clave para analizar los factores que inciden en la permanencia y progresión profesional de las mujeres en ingeniería.

En este escenario, los programas de mentoría se han identificado como una estrategia relevante para fortalecer la confianza académica y profesional de las mujeres en las disciplinas STEM. La evidencia muestra que las experiencias de mentoría, particularmente aquellas que incluyen mentoras del mismo género, pueden incrementar la autoeficacia en STEM, el sentido de pertenencia y la identidad con estas disciplinas, factores asociados con una mayor intención de persistir en estas carreras [19], [20], [35]. Asimismo, la interacción con mentores y modelos profesionales puede favorecer expectativas positivas respecto a las propias capacidades y a las oportunidades de desarrollo dentro del campo. Estas experiencias contribuyen a que las participantes visualicen posibles trayectorias profesionales en áreas tradicionalmente dominadas por hombres.

Sin embargo, no todos los estudios han encontrado resultados concluyentes sobre el impacto de las intervenciones educativas en el fortalecimiento de la autoeficacia. Algunas investigaciones sugieren que los programas formativos pueden tener efectos limitados cuando no se acompañan de mecanismos de apoyo sostenido, seguimiento estructurado y respaldo institucional durante el proceso de mentoría [36], [37], [38]. La evidencia indica que la efectividad de estas intervenciones depende en gran medida de la existencia de marcos organizacionales claros, de la formación de mentores, del establecimiento de metas y de espacios sistemáticos de retroalimentación que permitan responder a las necesidades cambiantes de las participantes. Desde esta perspectiva, el impacto de las intervenciones no depende únicamente de la existencia de un programa de mentoría, sino del diseño integral del mismo y de las oportunidades que ofrece para generar experiencias de aprendizaje significativas, acompañamiento continuo y reflexión sobre el desarrollo profesional.

Los resultados del presente estudio deben interpretarse considerando una serie de condiciones metodológicas que delimitan su alcance y generalización. A continuación, se describen los principales elementos que pueden influir en la interpretación de los hallazgos.

La participación voluntaria en este estudio puede implicar un efecto de autoselección, en el que las participantes difieren sistemáticamente de quienes no optan por participar en este tipo de intervenciones. La evidencia sugiere que los individuos que se ofrecen voluntariamente pueden presentar características específicas, como una mayor motivación o necesidades particulares relacionadas con el objeto de estudio, lo que puede influir en los resultados observados [39]. En este sentido, es posible que las académicas participantes muestren una mayor disposición al desarrollo profesional o a mejorar su autoeficacia. No obstante, en este tipo de intervenciones formativas basadas en mentoría, la participación y la disposición individual constituyen condiciones necesarias para el involucramiento en el proceso y el aprovechamiento de las experiencias de aprendizaje, lo que forma parte inherente del diseño de este tipo de programas [40].

En ausencia de un grupo de comparación, cualquier cambio observado entre las mediciones puede explicarse no solo por la intervención, sino también por procesos concurrentes no controlados. En este sentido, los resultados deben interpretarse como evidencia de cambios observados a lo largo del tiempo, consistentes con la intervención implementada, pero que no permiten establecer una relación causal concluyente. No obstante, este tipo de diseño puede aportar evidencia preliminar relevante en contextos de aplicación, en particular cuando se establece un control riguroso de las condiciones de implementación.

En el marco de la validez interna, se reconoce que ciertas amenazas, en particular los efectos de historia, están intrínsecamente vinculadas al intervalo temporal entre mediciones. La probabilidad de que eventos externos no controlados influyan en los resultados aumenta a medida que se amplía el lapso entre el pretest y el posttest, lo que sugiere que intervalos más acotados pueden reducir parcialmente esta fuente de sesgo. Asimismo, los procesos de maduración, entendidos como cambios asociados al paso del tiempo, tienden a intensificarse en diseños de mayor duración [41]. No obstante, incluso bajo condiciones de intervención breve, estas amenazas no pueden descartarse por completo, por lo que la interpretación de los resultados debe mantenerse en un marco de cautela analítica.

Además, no puede descartarse la presencia de efectos asociados a las expectativas de las participantes, en la medida en que las creencias sobre los posibles beneficios de la intervención pueden influir en la forma en que se perciben y reportan las propias capacidades. Desde la teoría de la expectativa, se ha señalado que la conducta y el esfuerzo de los individuos están influenciados por la creencia de que sus acciones conducirán a determinados resultados [42]. En este sentido, los cambios observados abren una línea de análisis relevante sobre la interacción entre expectativas, percepción

de competencia y experiencias formativas, particularmente en estudios basados en autoinforme.

Si bien los resultados respaldan el potencial de la mentoría para asociarse con el fortalecimiento de la autoeficacia en mujeres académicas de ingeniería, es necesario considerar que el diseño del estudio se basó en una medición realizada inmediatamente posterior a la intervención. En este sentido, resulta pertinente incorporar en futuros estudios más de una medición posterior que permita evaluar la estabilidad de los efectos a lo largo del tiempo. Asimismo, sería relevante ampliar el análisis mediante estudios de seguimiento en otras instituciones y contextos, e integrar indicadores adicionales de desarrollo académico, como la producción científica, la permanencia en el campo, el acceso a posiciones de liderazgo y la progresión en la carrera académica.

La selección de la muestra se realizó según un criterio de conveniencia, basado en la participación voluntaria en el programa, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones. Asimismo, el tamaño de la muestra y el contexto específico en el que se implementó la intervención sugieren la necesidad de continuar desarrollando investigaciones en diferentes instituciones y disciplinas. Futuras investigaciones podrían explorar el impacto de programas de mentoría en muestras más amplias, así como analizar su efecto a largo plazo en variables como la permanencia académica, el desarrollo profesional y el acceso a puestos de liderazgo en ingeniería. A pesar de estas limitaciones, el estudio aporta evidencia empírica relevante sobre el potencial de las intervenciones de mentoría para asociarse con el fortalecimiento de la autoeficacia en mujeres que se desempeñan como académicas en ingeniería, lo que contribuye a ampliar la comprensión de los procesos que influyen en su desarrollo profesional en contextos universitarios.

VI. CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio se alinean con la literatura que sugiere el potencial de las intervenciones basadas en la mentoría para asociarse con el fortalecimiento de la autoeficacia en mujeres en contextos formativos vinculados a la ingeniería. El incremento observado en los niveles de autoeficacia tras la intervención es consistente con cambios en la percepción de competencia en este tipo de contextos. En conjunto, estos resultados aportan evidencia empírica sobre el desarrollo de la autoeficacia en mujeres académicas de ingeniería y abren el análisis a otros factores relevantes, como la interacción entre experiencias formativas, expectativas y condiciones institucionales, así como a la exploración de la estabilidad de estos cambios a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTOS/RECONOCIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen al Fondo de Apoyo a Publicaciones (FAP) del Tecnológico de Monterrey el apoyo financiero otorgado para la participación presencial en este evento.

Además, los autores agradecen a la Universidad Andrés Bello, Chile, por su liderazgo y su apoyo financiero a través

del proyecto interno DI-25-01/PG titulado “Liderazgo y Comunidad: Evaluación de un Programa de Mentoría para Mujeres Académicas en STEM (WSTEM-Comunidad)”. Asimismo, los autores agradecen a la Unidad de Investigación y Desarrollo Académico (UNIDA) por su valiosa mentoría y orientación en el desarrollo de artículos científicos sobre investigación en educación superior.

REFERENCIAS

- [1] “Self-efficacy and human motivation,” in *Advances in Motivation Science*, vol. 8, Elsevier, 2021, pp. 153–179. doi: 10.1016/bs.adms.2020.10.001.
- [2] G. Stavropoulou, A. Daniilidou, and K. Nerantzi, “Exploring the Interplay of Motivation, Self-Efficacy, Critical Thinking, and Self-Regulation in Predicting Academic Achievement Among University Students,” *Jul. 07, 2025, F1000Research*. doi: 10.12688/f1000research.161821.2.
- [3] A. Greco, C. Annovazzi, N. Palena, E. Camussi, G. Rossi, and P. Steca, “Self-Efficacy Beliefs of University Students: Examining Factor Validity and Measurement Invariance of the New Academic Self-Efficacy Scale,” *Front. Psychol.*, vol. 12, p. 498824, Jan. 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2021.498824.
- [4] M. İnce, “Examining the Role of Motivation, Attitude, and Self-Efficacy Beliefs in Shaping Secondary School Students’ Academic Achievement in Science Course,” *Sustainability*, vol. 15, no. 15, p. 11612, Jul. 2023, doi: 10.3390/su151511612.
- [5] A. Bandura, “Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change,” 1977.
- [6] Verdugo-Castro, S., García-Holgado, A., Sánchez-Gómez, M.C., Domínguez, A., Hernández-Armenta, I., García-Peñalvo, F., Vázquez-Ingelmo, A. (2021). Identificación de barreras y motivaciones percibidas por mujeres estudiantes de ingeniería y matemáticas: Estudio de caso en España y Latinoamérica. En Alicia Rodríguez Sánchez (Coordinadora) y Marta del Pozo Pérez (Directora), “Estudios interdisciplinarios de género”, Capítulo 49, pp. 813-828. Colección: Editorial Thomson Reuters Aranzadi.
- [7] Truylol, M. E., Quezada-Espiniza, M., Grijalva-Quinonez, C. S., Zavala, G., and Domínguez, A.* (2025). Academic Commitment in STEM: The Role of Socio-cognitive Factors. In IX IEEE Engineering Education World Conference (EDUNINE 2025), Montevideo, Uruguay, 2025, pp. 1-6. doi: 10.1109/EDUNINE62377.2025.10981344
- [8] Y. A. Garrido Díaz and D. E. Magaña Medina, “Revisión sistemática: Expectativas de carrera y acción de elección en el interés de los estudiantes por disciplinas STEM,” *Rev. Multidiscip. Investig. Contemp.*, vol. 3, no. 1, pp. 97–120, Jan. 2025, doi: 10.58995/redlic.rmic.v3.n1.a83.
- [9] D. Diaz et al., “Influence of College STEM Program Participation on Persistence Among First-Generation Engineering Students,” *Couns. Psychol.*, vol. 53, no. 5, pp. 700–731, Jul. 2025, doi: 10.1177/00110000251352576.
- [10] Q. Meng and Q. Zhang, “The Influence of Academic Self-Efficacy on University Students’ Academic Performance: The Mediating Effect of Academic Engagement,” *Sustainability*, vol. 15, no. 7, p. 5767, Mar. 2023, doi: 10.3390/su15075767.
- [11] F. Wu, W. Fan, C. Arbona, and D. de la Rosa-Pohl, “Self-efficacy and subjective task values in relation to choice, effort, persistence, and continuation in engineering: an Expectancy-value theory perspective,” *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 45, no. 1, pp. 151–163, Jan. 2020, doi: 10.1080/03043797.2019.1659231.
- [12] T. Luo, W. W. M. So, Z. H. Wan, and W. C. Li, “STEM stereotypes predict students’ STEM career interest via self-efficacy and outcome expectations,” *Int. J. STEM Educ.*, vol. 8, no. 1, p. 36, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40594-021-00295-y.
- [13] B. J. Casad et al., “Gender inequality in academia: Problems and solutions for women faculty in STEM,” *J. Neurosci. Res.*, vol. 99, no. 1, pp. 13–23, 2021, doi: 10.1002/jnr.24631.
- [14] L. C. Jeznach, M. A. Benitz, and S. M. Conrad, “A multi-year study of engineering self-efficacy in the US: exploring gender differences in a

- small engineering program. *International Journal of Gender, Sci. Technol.*, no. 1, 2023.
- [15] S. Cheryan, E. J. Lombard, F. Hailu, L. N. H. Pham, and K. Weltzien, "Global patterns of gender disparities in STEM and explanations for their persistence," *Nat. Rev. Psychol.*, vol. 4, no. 1, pp. 6–19, Jan. 2025, doi: 10.1038/s44159-024-00380-3.
 - [16] K. Leitheiser and M. Benge, "The Extension Mentor's Discussion and Action Guide," *EDIS*, vol. 2024, no. 1, Feb. 2024, doi: 10.32473/edis-wc451-2024.
 - [17] D. Mavi, H. Topaloğlu, O. U. Çetin, and G. Tuti, "How Does Mentoring Affect Self-Efficacy?: An Investigation on Turkish Principals," *E-Kafkas J. Educ. Res.*, vol. 10, no. 3, pp. 573–588, Dec. 2023, doi: 10.30900/kafkasegt.1312893.
 - [18] V. L. Byrne, H. E. Jardine, A. Y. Williams, and A. E. Donlan, "ACADEMIC PEER MENTORSHIP AS A LEADERSHIP DEVELOPMENT EXPERIENCE: Fostering Leadership Self-Efficacy," *J. Leadersh. Educ.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–12, Jan. 2022, doi: 10.12806/V21/I1/R1.
 - [19] García-Silva, E., Pérez-Suarez, S., Zavala-Parras, A., Meléndez-Anzures, F. E., Domínguez, A. * (2025). Continuing Education of Academic Women in STEM: Perspectives on Mentoring and Professional Roles. *Frontiers in Education*, 10:1473331. doi: 10.3389/educ.2025.1473331
 - [20] Pérez-Suarez, S., García-Silva, E., Zavala-Parras, A., Martínez, A. V., García-Holgado, A., & Domínguez, A. * (2024, May). Analysis of Perspectives and Experiences of Women in STEM Fields in a Mentoring Program. In 2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 1-5), Kos, Greece. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578696>
 - [21] D. Bilimoria and X. Liang, *Gender equity in science and engineering: advancing change in higher education*. in *Routledge studies in management, organisation and society*. Routledge, 2012. Accessed: Mar. 11, 2026. [Online]. Available: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1971712334808895379>
 - [22] R. Living, G. Gunnesch-Luca, and D. Iliescu, "Research self-efficacy: A meta-analysis," *Educ. Psychol.*, vol. 56, no. 3, pp. 215–242, Jul. 2021, doi: 10.1080/00461520.2021.1886103.
 - [23] R. Chandra, M. Disajati, and R. Kurniawan, "Science Perspectives: The Relationship of Self-Efficacy and Motivation to Lecturers' Academic Career Progress," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 10, no. 12, pp. 11187–11196, 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i12.9173.
 - [24] J. W. Creswell, *Educational Research: Planning, conducting and qualitative research*, 4th ed. Boston: Pearson, 2012.
 - [25] H. Sebdaq and N. El Faddouli, "Towards Quality Assurance in MOOCs: A Comprehensive Review and Micro-Level Framework," *Int. Rev. Res. Open Distrib. Learn.*, vol. 25, no. 1, pp. 1–23, Mar. 2024, doi: 10.19173/irrodl.v25i1.7544.
 - [26] Pacheco Figueroa CJ and Alvarez Lemus MA (2025) Mentoring women in STEM: empowering through social technologies for enhanced inclusivity and professional growth. A case study. *Front. Educ.* 10:1512143. doi: 10.3389/educ.2025.1512143
 - [27] A. Bandura, "Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 52, pp. 1–26, 2001, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>.
 - [28] D. Findley-Van Nostrand and R. S. Pollenz, "Evaluating Psychosocial Mechanisms Underlying STEM Persistence in Undergraduates: Evidence of Impact from a Six-Day Pre-College Engagement STEM Academy Program," *CBE—Life Sci. Educ.*, vol. 16, no. 2, p. ar36, Jun. 2017, doi: 10.1187/cbe.16-10-0294.
 - [29] R. Valenzuela-Peñuñuri, C. O. Tapia-Fonllem, B. S. Fraijo-Sing, and J. C. Manríquez-Betanzos, "Academic motivation and affective engagement toward science and math: the mediating role of self-efficacy," *Front. Educ.*, vol. 9, p. 1385848, Aug. 2024, doi: 10.3389/educ.2024.1385848.
 - [30] M.-T. Wang and J. L. Degol, "Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 29, no. 1, pp. 119–140, Mar. 2017, doi: 10.1007/s10648-015-9355-x.
 - [31] S. D. Brown and R. W. Lent, "Social Cognitive Career Theory at 25: Progress in Studying the Domain Satisfaction and Career Self-Management Models," *J. Career Assess.*, vol. 27, no. 4, pp. 563–578, Nov. 2019, doi: 10.1177/1069072719852736.
 - [32] S. Tatapudy, K. Boukousis, I. S. Kayal, R. Socko, M. Rajesh, and E. J. Theobald, "Perceived Inequities in STEM Classes Make Them Feel Competitive," *CBE—Life Sci. Educ.*, vol. 24, no. 4, p. ar45, Dec. 2025, doi: 10.1187/cbe.24-02-0084.
 - [33] A. Sebastián-Tirado, S. Félix-Esbrí, C. Forn, and C. Sanchis-Segura, "Are gender-science stereotypes barriers for women in science, technology, engineering, and mathematics? Exploring when, how, and to whom in an experimentally-controlled setting," *Front. Psychol.*, vol. 14, p. 1219012, Aug. 2023, doi: 10.3389/fpsyg.2023.1219012.
 - [34] T. Schmäder, "Gender Inclusion and Fit in STEM," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 74, no. 1, pp. 219–243, Jan. 2023, doi: 10.1146/annurev-psych-032720-043052.
 - [35] T. C. Dennehy and N. Dasgupta, "Female peer mentors early in college increase women's positive academic experiences and retention in engineering," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 114, no. 23, pp. 5964–5969, Jun. 2017, doi: 10.1073/pnas.1613117114.
 - [36] L. Batool et al., "THE EFFECTIVENESS OF MENTORING AND COACHING IN THE CAREER DEVELOPMENT OF NURSES INTO THE TERTIARY HEALTHCARE," *J. Med. Health Sci. Rev.*, vol. 2, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.62019/2e9j9832.
 - [37] S. Kallerhult Hermansson, Y. Hilli, R. Solbakken, F. Norström, and K. Bölenius, "The Need for Organisational Structure and Leadership Support: A Qualitative Study on Nurse Mentors' Perspectives on the Prerequisites for Effective Mentoring," *J. Adv. Nurs.*, vol. 82, no. 1, pp. 555–566, Jan. 2026, doi: 10.1111/jan.16948.
 - [38] D. X. Morales, S. E. Grineski, and T. W. Collins, "Inadequate mentoring in undergraduate research experiences: Exploring protective factors," *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 1538, no. 1, pp. 129–143, Aug. 2024, doi: 10.1111/nyas.15186.
 - [39] I. Kaźmierczak, A. Zajenowska, R. Rogoza, P. K. Jonason, and D. Ścigała, "Self-selection biases in psychological studies: Personality and affective disorders are prevalent among participants," *PLOS ONE*, vol. 18, no. 3, p. e0281046, Mar. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0281046.
 - [40] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions," *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 25, no. 1, pp. 54–67, Jan. 2000, doi: 10.1006/ceps.1999.1020.
 - [41] D. T. Campbell and J. C. Stanley, *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Belmont, CA: Wadsworth, 2011.
 - [42] J. Fang, "Application and Limitations of the Expectancy Theory in Organizations," *Adv. Econ. Manag. Polit. Sci.*, vol. 54, no. 1, pp. 7–12, Dec. 2023, doi: 10.54254/2754-1169/54/20230868.