Impact of Female Mentoring Programs on the Persistence and Academic Performance of Engineering Students

Abstract– Female mentoring programs are recognized as a promising intervention to improve the persistence and academic performance of engineering students, but rigorous empirical evidence from Latin American contexts remains scarce. This paper presents a longitudinal quasi-experimental study with 300 female engineering students from four Salvadoran universities (148 in the intervention group, enrolled in the INGENIA-SV program, and 152 in the comparison group), followed over six academic semesters (2021–2024). The program was associated with a 24-percentage-point increase in cumulative persistence by the sixth semester (87% vs. 63%; p<0.001), a 0.9-point increase in GPA (d=0.74), and higher mathematics self-efficacy (d=0.82) and STEM sense of belonging (d=0.86). Mediation analysis indicates that these two psychological variables jointly account for 68% of the effect on persistence. The study extends previous evidence from the research group on digital mentoring for women in STEM by adding a structured in-person component, a comparison group, and a six-semester longitudinal follow-up.

Keywords-- female mentoring; academic persistence; self-efficacy; engineering education; gender equity

Impacto de los Programas de Mentoría Femenina en la Permanencia y Rendimiento Académico de Estudiantes de Ingeniería

Douglas Aguilar[1]; Wendy Martinez[2]
[1,2]*Universidad Evangélica de El Salvador, El Salvador,* douglas.aguilar@uees.edu.sv, wendy.martinez@uees.edu.sv

Resumen– ***Los programas de mentoría femenina son reconocidos como una intervención prometedora para mejorar la permanencia y el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería, pero la evidencia empírica rigurosa en contextos latinoamericanos es escasa. Este artículo presenta un estudio cuasi-experimental longitudinal con 300 estudiantes de ingeniería de cuatro universidades salvadoreñas (148 en el grupo de intervención con el programa INGENIA-SV y 152 en el grupo de comparación), seguidas durante seis semestres académicos (2021–2024). El programa se asoció con un incremento de 24 puntos porcentuales en la permanencia acumulada al sexto semestre (87% vs. 63%; p<0.001), de 0.9 puntos en el GPA (d=0.74) y con mayores niveles de autoeficacia matemática (d=0.82) y de sentido de pertenencia STEM (d=0.86). El análisis de mediación indica que ambas variables psicológicas explican conjuntamente el 68% del efecto sobre la permanencia. El estudio amplía la evidencia previa del grupo de investigación sobre mentoría digital en mujeres STEM, incorporando un componente presencial estructurado, un grupo de comparación y un seguimiento longitudinal de seis semestres.***

Palabras clave-- mentoría femenina; permanencia académica; autoeficacia; educación en ingeniería; equidad de género

I. Introducción

La mentoría es reconocida por la literatura como una de las intervenciones de mayor efectividad para apoyar el desarrollo académico y profesional de grupos subrepresentados en STEM [1]. La evidencia experimental más rigurosa proviene de ensayos de campo aleatorizados que demuestran que la asignación de mentoras pares durante el primer año universitario preserva el sentido de pertenencia, la confianza y la retención de las estudiantes de ingeniería [2], con beneficios que persisten después de la graduación [3]. Para las estudiantes de ingeniería, que se desenvuelven en entornos donde los referentes de su género son escasos y los estereotipos de competencia técnica están masculinizados, la mentoría cumple funciones protectoras específicas: orientación de carrera, modelado de identidad profesional, apoyo emocional y acceso a redes de oportunidades [4]. Los meta-análisis multidisciplinarios confirman que las personas mentoradas superan de forma consistente a las no mentoradas en indicadores académicos, actitudinales y de carrera [5], aunque la literatura advierte una heterogeneidad metodológica que exige diseños longitudinales con grupo de comparación [4].

Investigación previa del grupo documentó el impacto de la mentoría digital en mujeres STEM e identificó que la mediación tecnológica mantiene efectos comparables a los de la mentoría presencial cuando la frecuencia de interacción supera ocho sesiones por semestre [6]. El presente estudio extiende esa línea con un diseño cuasi-experimental que incorpora mentoría presencial estructurada, un seguimiento longitudinal de seis semestres y el análisis de mediación psicológica como mecanismo explicativo. Asimismo, el grupo ha documentado que las barreras de liderazgo que enfrentan las ingenieras se originan en parte durante la formación académica [7], lo que subraya la importancia de intervenir tempranamente en el pregrado.

En El Salvador, la tasa de deserción femenina en ingeniería alcanza el 52%, cifra que supera en 14 puntos porcentuales (pp) a la tasa masculina [8]. Es decir, de cada 100 mujeres que ingresan a una carrera de ingeniería, 52 la abandonan, frente a 38 de cada 100 hombres. Esta brecha tiene un costo económico directo: una deserción ocurrida tras cuatro a seis semestres cursados representa una inversión formativa perdida superior a USD 8,000 en la universidad pública y a USD 22,000 en instituciones privadas [indicar fuente de estos costos], sin considerar el costo social del talento perdido. Por ello, resulta pertinente evaluar no solo la efectividad de la mentoría, sino también su viabilidad económica como intervención institucional, aspecto que se analiza en la Sección V.

II. Marco Teórico

A. Mentoría y fuentes de autoeficacia

Bandura identifica cuatro fuentes de autoeficacia: experiencias de dominio, modelado vicario, persuasión social y estados fisiológicos y emocionales [9]. La mentoría actúa sobre varias de ellas de forma simultánea: las mentoras comparten estrategias que facilitan experiencias de dominio, proveen modelado vicario a través de sus trayectorias de obstáculos superados y ofrecen persuasión social mediante retroalimentación afirmativa calibrada. La revisión de Usher y Pajares muestra que las experiencias de dominio y el modelado vicario son predictores robustos de la autoeficacia académica [10], lo que explica por qué las intervenciones que activan varias fuentes tienden a producir efectos más consistentes. Este planteamiento es coherente con la teoría social cognitiva de carrera, que posiciona la autoeficacia y las expectativas de resultado como determinantes próximos de la elección y la persistencia académica [11]; la evidencia multiinstitucional muestra, además, que la autoeficacia de las mujeres en ingeniería es sensible al clima del entorno y a la disponibilidad de apoyos relacionales [12]. La modalidad digital [6] preserva estas fuentes con menor costo logístico, aunque el componente emocional-relacional es más difícil de replicar en entornos virtuales.

B. Identidad STEM como mediadora

Dasgupta propuso el modelo de inoculación de estereotipos: exponer a las estudiantes a referentes femeninas en posiciones de autoridad técnica reduce la accesibilidad

cognitiva de los estereotipos de género, fortaleciendo la identidad STEM y la resiliencia ante obstáculos [13]. Los estudios longitudinales confirman que el contacto con expertas del propio grupo protege el autoconcepto implícito y el compromiso con STEM [14], y que el sentido de pertenencia predice la intención de persistir en disciplinas cuantitativas, especialmente entre mujeres expuestas a mensajes de habilidad fija [15]. Las intervenciones breves de pertenencia social han demostrado efectos duraderos sobre el rendimiento de grupos subrepresentados [16], mientras que los modelos integradores identifican la autoeficacia y la identidad científica como predictores del compromiso de carrera [17], en línea con el modelo tripartito de integración a la comunidad científica [18]. La desigual representación femenina entre campos STEM responde, además, a diferencias de cultura disciplinar, experiencias tempranas y brechas de autoeficacia, lo que exige intervenciones específicas para ingeniería [19]. Las mentoras que comparten de forma proactiva sus experiencias de dificultad y superación, normalizando el esfuerzo y el error, generan un efecto de modelado vicario que contrarresta el fenómeno del impostor [20].

C. Tipos de mentoría: formal, informal y digital

La literatura distingue la mentoría formal (asignación institucional estructurada), la informal (relaciones emergentes sin asignación) y la digital (mediada por tecnología) [21]. La mentoría formal produce efectos más equitativos al democratizar el acceso, evitando que solo las estudiantes con mayor capital social accedan a relaciones informales; una revisión sistemática reciente concluye que los programas formales con participación voluntaria e implicación del profesorado producen los resultados más consistentes sobre el éxito académico y la prevención del abandono [22]. La evidencia experimental indica, asimismo, que la composición femenina de los grupos de trabajo incrementa la motivación, la participación verbal y las aspiraciones de carrera de las ingenieras [23]. La modalidad digital amplía el alcance geográfico e institucional [6], y la literatura sobre mentoría mediada por computadora sugiere que su combinación con encuentros presenciales mitiga las limitaciones relacionales de cada modalidad por separado [24].

III. METODOLOGÍA

A. Diseño cuasi-experimental y muestra

Se empleó un diseño cuasi-experimental de grupo de comparación no equivalente con medición pretest y seguimiento semestral (2021–2024) [25]. Participaron cuatro universidades salvadoreñas: Universidad de El Salvador (UES, pública), Universidad Don Bosco (UDB, privada), Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA, privada) y Universidad Francisco Gavidia (UFG, privada). La asignación se realizó por conglomerados institucionales emparejados por similitud: UES y UCA implementaron INGENIA-SV, mientras que UDB y UFG constituyeron el grupo de comparación. Las participantes fueron describir el procedimiento de reclutamiento: p. ej., convocatoria abierta a todas las estudiantes de primer ingreso de ingeniería de la cohorte 2021, criterios de inclusión y tasa de aceptación. El análisis de equivalencia basal confirmó la comparabilidad de los grupos en GPA preuniversitario ($t=0.84$, $p=0.40$), autoeficacia inicial ($t=1.12$, $p=0.26$), nivel socioeconómico ($\chi^2=2.31$, $p=0.51$) y área de ingeniería ($\chi^2=3.14$, $p=0.37$).

Dado que la asignación por institución puede confundir el efecto del programa con diferencias institucionales (por ejemplo, la gratuidad de la universidad pública o la estructura de los cursos de Cálculo), los modelos estimados incluyeron efectos fijos por institución / una estructura multinivel con estudiantes anidadas en universidades [26], además de las covariables basales mencionadas. Durante el periodo de estudio, el grupo de comparación tuvo acceso a los servicios regulares de orientación y tutoría académica de cada universidad, sin recibir un componente placebo.

B. El programa INGENIA-SV

El programa integra seis componentes: (1) mentora profesional asignada (ingeniera con al menos cinco años de experiencia; reunión mensual de 90 min); (2) comunidad de práctica quincenal entre pares; (3) tres talleres semestrales sobre autoeficacia y fenómeno del impostor; (4) visitas a empresas con liderazgo femenino; (5) concurso semestral de proyectos liderados por mujeres; y (6) plataforma digital de seguimiento, diseñada a partir de la evidencia previa sobre mentoría digital [6]. Las 62 mentoras recibieron 16 horas de capacitación en mentoría efectiva y perspectiva de género. INGENIA-SV no incluyó tutoría disciplinar específica en Cálculo; el apoyo en asignaturas críticas se limitó a orientación sobre estrategias de estudio y derivación a los servicios de tutoría existentes.

La plataforma digital integró tres funciones: (a) registro de reuniones y establecimiento de metas académicas por semestre; (b) un repositorio de recursos de apoyo (guías de estudio, materiales de los talleres y directorio de servicios universitarios); y (c) alertas de riesgo dirigidas a la mentora, generadas mediante reglas predefinidas, por ejemplo inasistencia a dos reuniones consecutivas o una calificación parcial inferior a 6.0 en una asignatura crítica; la plataforma no empleó modelos predictivos de analítica de aprendizaje.

C. Variables, instrumentos y análisis

La variable primaria fue la permanencia acumulada semestral. Las variables secundarias fueron el GPA, la aprobación de asignaturas críticas, la autoeficacia matemática (EAAM, $\alpha=0.89$), el sentido de pertenencia STEM (EIPS, $\alpha=0.83$) y la intención de graduarse. Se aplicaron pruebas t para muestras independientes, ANOVA de medidas repetidas, modelos de curvas de crecimiento latente (LGM, Mplus 8.0) y análisis de mediación con intervalos de confianza por bootstrapping (10,000 remuestreos) [27].

La pérdida de seguimiento fue del 14% (n=42), y los análisis se realizaron bajo el principio de intención de tratar. Los datos faltantes se gestionaron mediante máxima verosimilitud con información completa (FIML) en los modelos LGM / imputación múltiple con m=20 conjuntos bajo el supuesto de datos perdidos al azar [28], de modo que las estimaciones longitudinales utilizan la muestra completa (N=300). Las Tablas I y II reportan, con fines descriptivos, los casos con datos completos en el sexto semestre (n=128 y

n=130; verificar estos valores frente a las tasas de permanencia reportadas).

IV. Resultados

A. *Permanencia: curvas de crecimiento*

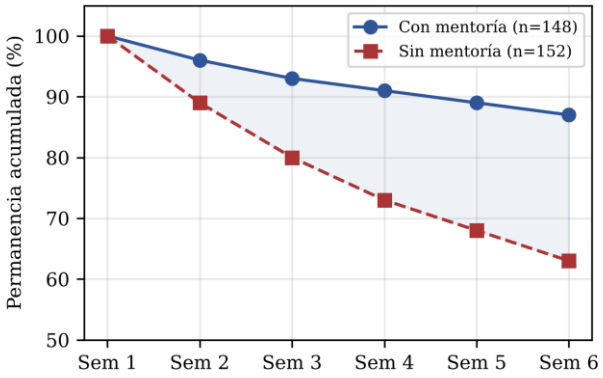


Fig. 1. Curvas de permanencia acumulada por grupo (cohorte 2021–2024, N=300)

La Fig. 1 muestra una divergencia progresiva entre los grupos a partir del segundo semestre. La tasa de descenso es significativamente menor en el grupo de mentoría (b=−2.2 pp/semestre) que en el grupo de comparación (b=−7.4 pp/semestre; diferencia: t=8.91, p<0.001). Al sexto semestre, la brecha acumulada alcanza 24 pp (87% vs. 63%; OR=3.87; IC 95%: 2.24–6.68; NNT=4.2). El semestre crítico de mayor deserción en el grupo de comparación es el segundo, coincidente con Cálculo Diferencial; este hallazgo replica la evidencia internacional que identifica la secuencia de cálculo como punto crítico del abandono femenino, con una probabilidad 1.5 veces mayor de abandono asociada a la pérdida de confianza matemática [29]. El patrón es consistente con los hallazgos previos del grupo sobre mentoría digital [6].

B. *Rendimiento e indicadores psicológicos*

La Tabla I y la Fig. 2 muestran efectos grandes en todos los indicadores. El efecto más robusto corresponde al sentido de pertenencia STEM (d=0.86), seguido de la autoeficacia matemática (d=0.82) y el GPA (d=0.74). La diferencia en intención de graduarse (91% vs. 74%) equivale a 17 estudiantes adicionales con intención de graduarse por cada 100 participantes. Estos efectos son de mayor magnitud que los documentados en la modalidad digital previa [6], lo que sugiere un valor agregado de la presencialidad y de la estructura formal del programa. Dado que INGENIA-SV no incorporó tutoría disciplinar en Cálculo, la diferencia de 13 pp en la aprobación de Cálculo I se interpreta como un efecto indirecto, asociado al aumento de la autoeficacia matemática y a una mejor regulación emocional ante las evaluaciones.

TABLA I
Comparación de indicadores académicos y psicológicos por grupo (sexto semestre)

Indicador	**Mentoría (n=128)**	**Comparac. (n=130)**	**Δ**	**d**	**p**
GPA promedio (0–10)	8.1 ± 0.7	7.2 ± 0.9	+0.9	0.74	<0.001
Aprobación Cálculo I	87%	74%	+13 pp	—	<0.001
Aprobación Álgebra Lineal	83%	71%	+12 pp	—	<0.01
Aprobación Física I	79%	68%	+11 pp	—	<0.01
Autoeficacia mat. (EAAM)	8.4/10	6.9/10	+1.5	0.82	<0.001
Pertenencia STEM (EIPS)	7.9/10	6.2/10	+1.7	0.86	<0.001
Intención de graduarse	91%	74%	+17 pp	—	<0.001

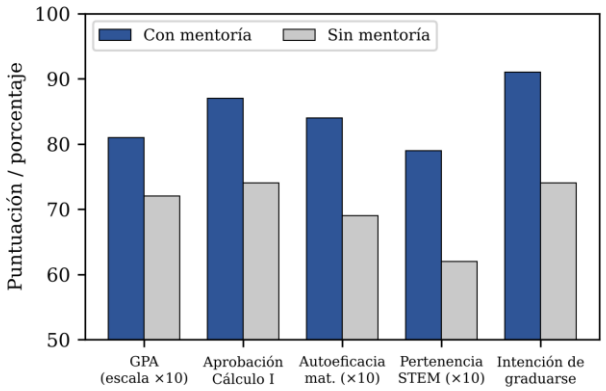


Fig. 2. Comparación de indicadores académicos y psicológicos al sexto semestre (GPA, autoeficacia y pertenencia reescalados ×10)

C. *Análisis de mediación y predictores de efectividad*

El análisis de mediación (bootstrapping, IC 95%) indica que el sentido de pertenencia STEM y la autoeficacia median conjuntamente el 68% del efecto total de la mentoría sobre la permanencia (IC 95%: 0.52–0.84). El efecto directo residual (32%) se atribuye a mecanismos instrumentales, como el acceso a información de carrera, los contactos profesionales y el apoyo emocional en momentos de crisis.

TABLA II
Predictores de efectividad interna de INGENIA-SV (regresión múltiple; VD: GPA del sexto semestre)

Componente del programa	**β**	**IC 95%**	**p**	**R^2 (%)**
Frecuencia de reuniones (>8/año)	0.41	0.33–0.49	<0.001	16.8%
Calidad percibida de la relación	0.38	0.30–0.46	<0.001	14.4%
Participación en comunidad de pares	0.29	0.21–0.37	<0.001	8.4%
Asistencia a talleres de autoeficacia	0.24	0.15–0.33	<0.001	5.8%
Visitas a empresas con liderazgo fem.	0.19	0.10–0.28	<0.01	3.6%
Uso de la plataforma digital	0.14	0.05–0.23	<0.05	2.0%

La Tabla II identifica la frecuencia de reuniones (β=0.41) y la calidad percibida de la relación (β=0.38) como los predictores más fuertes (R^2=0.51; F=42.7; p<0.001). La plataforma digital aparece como predictor significativo, aunque de menor peso (β=0.14), lo que confirma su papel como herramienta de soporte y monitoreo más que como componente de impacto primario.

V. Discusión

Los resultados superan los efectos típicamente reportados en los meta-análisis sobre mentoría, que suelen ser de magnitud pequeña a moderada [5], [30], posiblemente por la mayor intensidad del programa (seis componentes complementarios) y su diseño específico para el contexto salvadoreño. La magnitud del efecto sobre la permanencia es coherente con el experimento de campo de Dennehy y Dasgupta, en el que la totalidad de las estudiantes con mentoras pares femeninas permaneció en ingeniería al finalizar el primer año [2], y con la evidencia longitudinal de que los beneficios de la mentoría temprana persisten más allá de la graduación [3]. El componente digital contribuye al efecto total, aunque con menor peso que la relación presencial mentora-mentoreada, lo que sugiere que ambas modalidades son complementarias más que intercambiables, en consonancia con revisiones que identifican los programas formales con implicación activa del profesorado como los de resultados más consistentes [22].

El patrón de divergencia progresiva, con la mayor pérdida en el grupo de comparación durante el segundo semestre, confirma que la secuencia de matemáticas actúa como un filtro diferenciado por género [29] y subraya la necesidad de que los programas de mentoría operen desde el inicio del ciclo académico, y no como respuesta reactiva a un riesgo ya materializado [31]. Desde la perspectiva del andamiaje cognitivo y metacognitivo, estos puntos de crisis son el momento en que la mentora puede normalizar el fracaso temporal (por ejemplo, una evaluación reprobada en Cálculo I), ayudar a reinterpretarlo como parte del aprendizaje y acompañar la planificación de estrategias de estudio, lo que activa simultáneamente las fuentes de experiencias de dominio y de regulación emocional descritas por Bandura [9], [10]. La mediación conjunta del 68% del efecto por autoeficacia y pertenencia es consistente con estudios que posicionan estos constructos como mediadores proximales de la persistencia femenina en STEM [32], [33], mientras que el efecto directo residual refleja mecanismos instrumentales (capital de navegación institucional, contactos profesionales, orientación en trámites académicos) desigualmente distribuidos según género y origen socioeconómico [34].

El hallazgo de que la frecuencia de reuniones y la calidad percibida de la relación son los predictores más fuertes tiene implicaciones prácticas directas: invertir en la selección y formación de mentoras produce mayor retorno que ampliar el número de participantes con relaciones de menor calidad [30], [35]. Los programas que descuidan estos procesos corren el riesgo de producir efectos nulos o incluso negativos cuando la relación se interrumpe prematuramente [36]. La ausencia de moderación demográfica significativa sugiere que INGENIA-SV es apropiado como intervención universal, aunque los análisis exploratorios indican que las estudiantes de primera generación universitaria mostraron los mayores incrementos en sentido de pertenencia (Δ=2.3 vs. Δ=1.4; t=3.12; p=0.002), lo que podría justificar un componente específico para este subgrupo [37].

En cuanto a la viabilidad económica, el costo del programa se estima en USD 180 por estudiante por semestre, es decir, USD 1,080 por estudiante a lo largo de seis semestres. Con un NNT de 4.2, prevenir una deserción requiere atender a 4.2 estudiantes, lo que implica un costo aproximado de USD 4,536 por deserción evitada. Frente a la inversión formativa que se pierde con cada deserción (USD 8,000 a USD 22,000), la relación costo-beneficio resultante se sitúa entre 1:1.8 y 1:4.9, de modo que el programa recupera su costo incluso en el escenario de menor costo de deserción. Esta estimación es conservadora porque no incluye el valor social del talento retenido.

La analítica de aprendizaje y la inteligencia artificial generativa abren oportunidades para escalar el modelo. Los sistemas de alerta temprana basados en datos académicos han mostrado capacidad para identificar oportunamente a estudiantes en riesgo y mejorar su rendimiento [38], y los modelos de lenguaje pueden asistir a las mentoras en el seguimiento del progreso, la preparación de sesiones o la respuesta a consultas frecuentes [39]. Futuras versiones de INGENIA-SV podrían incorporar alertas predictivas, emparejamiento mentora-estudiante asistido por algoritmos y agentes conversacionales de apoyo, siempre como complemento y no como sustituto de la relación humana, que en este estudio fue el componente de mayor peso. Ello podría reducir el costo por estudiante y ampliar la cobertura sin diluir la calidad de la relación.

La articulación de este estudio con la investigación del grupo sobre barreras de liderazgo [7] permite trazar una cadena: la falta de mentoría en el pregrado erosiona la autoeficacia y la identidad STEM, aumenta la deserción, reduce el número de ingenieras disponibles para posiciones de liderazgo y perpetúa la escasez de referentes femeninas, que a su vez retroalimenta la falta de mentoría. INGENIA-SV interviene en el primer eslabón de esta cadena, en coherencia con la teoría social cognitiva de carrera [11] y con la evidencia de que la pertenencia y la autoeficacia operan como mediadores centrales de la persistencia femenina en entornos cuantitativos [15], [17].

El diseño presenta limitaciones que deben reconocerse. La asignación de universidades completas a cada condición introduce el riesgo de diferencias institucionales no observadas [25], [40]; en particular, la única universidad pública del estudio pertenece al grupo de intervención. Aunque el grupo de comparación tuvo acceso a los servicios regulares de apoyo, no recibió una intervención de atención equivalente, por lo que no puede descartarse un efecto Hawthorne asociado al acompañamiento intensivo; no obstante, la relación dosis-respuesta observada entre la frecuencia de reuniones y el rendimiento (Tabla II) sugiere que el efecto no se explica únicamente por la atención recibida. La pérdida de seguimiento del 14% pudo introducir un sesgo de atrición, y el horizonte de seis semestres no captura aún la tasa de graduación ni la inserción laboral, dimensiones donde la evidencia internacional muestra los mayores retornos de la mentoría temprana [41], [3].

VI. Conclusiones

Este estudio aporta evidencia cuasi-experimental, la primera de su tipo en El Salvador con seguimiento longitudinal de seis semestres, sobre la efectividad de la mentoría femenina estructurada en ingeniería. Los efectos son robustos

(permanencia: +24 pp; GPA: d=0.74; autoeficacia y pertenencia: d=0.82–0.86) y económicamente favorables (relación costo-beneficio de 1:1.8 a 1:4.9 por deserción evitada). El programa INGENIA-SV es replicable con una inversión moderada (USD 180 por estudiante por semestre) y amplía la línea de investigación del grupo en mentoría STEM femenina [6], [7].

Se recomienda a las universidades centroamericanas: (1) institucionalizar programas formales de mentoría con la estructura evaluada; (2) priorizar la selección y capacitación de mentoras sobre cualquier otro componente; (3) crear redes interuniversitarias que amplíen la base de mentoras; y (4) integrar plataformas digitales de soporte, con funciones de alerta temprana, para extender el alcance del programa. Como líneas futuras se plantean el seguimiento de la cohorte hasta la graduación y la inserción laboral, y la evaluación de componentes asistidos por inteligencia artificial.

REFERENCIAS

[1] T. D. Allen, L. T. Eby, M. L. Poteet, E. Lentz, and L. Lima, "Career benefits associated with mentoring for protégés: A meta-analysis," *J. Appl. Psychol.*, vol. 89, no. 1, pp. 127–136, 2004, doi: 10.1037/0021-9010.89.1.127.

[2] 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. USA*, vol. 114, no. 23, pp. 5964–5969, 2017, doi: 10.1073/pnas.1613117114.

[3] D. J. Wu, K. C. Thiem, and N. Dasgupta, "Female peer mentors early in college have lasting positive impacts on female engineering students that persist beyond graduation," *Nat. Commun.*, vol. 13, Art. no. 6837, 2022, doi: 10.1038/s41467-022-34508-x.

[4] G. Crisp and I. Cruz, "Mentoring college students: A critical review of the literature between 1990 and 2007," *Res. High. Educ.*, vol. 50, no. 6, pp. 525–545, 2009, doi: 10.1007/s11162-009-9130-2.

[5] L. T. Eby, T. D. Allen, S. C. Evans, T. Ng, and D. L. DuBois, "Does mentoring matter? A multidisciplinary meta-analysis comparing mentored and non-mentored individuals," *J. Vocat. Behav.*, vol. 72, no. 2, pp. 254–267, 2008, doi: 10.1016/j.jvb.2007.04.005.

[6] D. A. Aguilar Montoya and W. S. Martinez Almendares, "Impact of digital mentorship on women in STEM," in *Proc. 5th LACCEI Int. Multiconf. Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2025)*, Cartagena, Colombia, 2025, doi: 10.18687/LEIRD2025.1.1.1103.

[7] W. S. Martinez Almendares and D. A. Aguilar Montoya, "Technology leadership barriers for women engineers in Latin American startups," in *Proc. 5th LACCEI Int. Multiconf. Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2025)*, Cartagena, Colombia, 2025, doi: 10.18687/LEIRD2025.1.1.1114.

[8] W. S. Martinez Almendares and D. A. Aguilar Montoya, "Brechas de género en carreras de ingeniería en Latinoamérica: análisis de factores de deserción femenina en programas STEM," in *Proc. 6th LACCEI Int. Multiconf. Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2026)*, Virtual Edition, 2026, en prensa.

[9] A. Bandura, *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1986.

[10] E. L. Usher and F. Pajares, "Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions," *Rev. Educ. Res.*, vol. 78, no. 4, pp. 751–796, 2008, doi: 10.3102/0034654308321456.

[11] R. W. Lent, S. D. Brown, and G. Hackett, "Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance," *J. Vocat. Behav.*, vol. 45, no. 1, pp. 79–122, 1994, doi: 10.1006/jvbe.1994.1027.

[12] R. M. Marra, K. A. Rodgers, D. Shen, and B. Bogue, "Women engineering students and self-efficacy: A multi-year, multi-institution study of women engineering student self-efficacy," *J. Eng. Educ.*, vol. 98, no. 1, pp. 27–38, 2009, doi: 10.1002/j.2168-9830.2009.tb01003.x.

[13] N. Dasgupta, "Ingroup experts and peers as social vaccines who inoculate the self-concept: The stereotype inoculation model," *Psychol. Inq.*, vol. 22, no. 4, pp. 231–246, 2011, doi: 10.1080/1047840X.2011.607313.

[14] J. G. Stout, N. Dasgupta, M. Hunsinger, and M. A. McManus, "STEMing the tide: Using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM)," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 100, no. 2, pp. 255–270, 2011, doi: 10.1037/a0021385.

[15] C. Good, A. Rattan, and C. S. Dweck, "Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 102, no. 4, pp. 700–717, 2012, doi: 10.1037/a0026659.

[16] G. M. Walton and G. L. Cohen, "A brief social-belonging intervention improves academic and health outcomes of minority students," *Science*, vol. 331, no. 6023, pp. 1447–1451, 2011, doi: 10.1126/science.1198364.

[17] M. M. Chemers, E. L. Zurbriggen, M. Syed, B. K. Goza, and S. Bearman, "The role of efficacy and identity in science career commitment among underrepresented minority students," *J. Soc. Issues*, vol. 67, no. 3, pp. 469–491, 2011, doi: 10.1111/j.1540-4560.2011.01710.x.

[18] M. Estrada, A. Woodcock, P. R. Hernandez, and P. W. Schultz, "Toward a model of social influence that explains minority student integration into the scientific community," *J. Educ. Psychol.*, vol. 103, no. 1, pp. 206–222, 2011, doi: 10.1037/a0020743.

[19] S. Cheryan, S. A. Ziegler, A. K. Montoya, and L. Jiang, "Why are some STEM fields more gender balanced than others?," *Psychol. Bull.*, vol. 143, no. 1, pp. 1–35, 2017, doi: 10.1037/bul0000052.

[20] P. R. Clance and S. A. Imes, "The imposter phenomenon in high achieving women: Dynamics and therapeutic intervention," *Psychother. Theory Res. Pract.*, vol. 15, no. 3, pp. 241–247, 1978, doi: 10.1037/h0086006.

[21] T. D. Allen and L. T. Eby, Eds., *The Blackwell Handbook of Mentoring: A Multiple Perspectives Approach*. Malden, MA, USA: Blackwell, 2007.

[22] M. Guerreiro and S. Neves de Jesus, "The role of peer mentoring program elements in promoting academic success and preventing student dropout in higher education: A systematic literature review," *J. Further High. Educ.*, vol. 49, no. 5, pp. 671–687, 2025, doi: 10.1080/0309877X.2025.2484768.

[23] N. Dasgupta, M. M. Scircle, and M. Hunsinger, "Female peers in small work groups enhance women's motivation, verbal participation, and career aspirations in engineering," *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 112, no. 16, pp. 4988–4993, 2015, doi: 10.1073/pnas.1422822112.

[24] E. A. Ensher, C. Heun, and A. Blanchard, "Online mentoring and computer-mediated communication: New directions in research," *J. Vocat. Behav.*, vol. 63, no. 2, pp. 264–288, 2003, doi: 10.1016/S0001-8791(03)00044-7.

[25] W. R. Shadish, T. D. Cook, and D. T. Campbell, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston, MA, USA: Houghton Mifflin, 2002.

[26] S. W. Raudenbush and A. S. Bryk, *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*, 2nd ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2002.

[27] K. J. Preacher and A. F. Hayes, "Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models," *Behav. Res. Methods*, vol. 40, no. 3, pp. 879–891, 2008, doi: 10.3758/BRM.40.3.879.

[28] C. K. Enders, *Applied Missing Data Analysis*. New York, NY, USA: Guilford Press, 2010.

[29] J. Ellis, B. K. Fosdick, and C. Rasmussen, "Women 1.5 times more likely to leave STEM pipeline after calculus compared to men: Lack of mathematical confidence a potential culprit," *PLoS ONE*, vol. 11, no. 7, Art. no. e0157447, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0157447.

[30] D. L. DuBois, B. E. Holloway, J. C. Valentine, and H. Cooper, "Effectiveness of mentoring programs for youth: A meta-analytic review," *Am. J. Community Psychol.*, vol. 30, no. 2, pp. 157–197, 2002, doi: 10.1023/A:1014628810714.

[31] V. Tinto, *Leaving College: Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition*, 2nd ed. Chicago, IL, USA: Univ. of Chicago Press, 1993.

[32] R. M. Marra, K. A. Rodgers, D. Shen, and B. Bogue, "Leaving engineering: A multi-year single institution study," *J. Eng. Educ.*, vol. 101, no. 1, pp. 6–27, 2012, doi: 10.1002/j.2168-9830.2012.tb00039.x.

[33] R. W. Lent, H.-B. Sheu, D. Singley, J. A. Schmidt, L. C. Schmidt, and C. S. Gloster, "Longitudinal relations of self-efficacy to outcome expectations, interests, and major choice goals in engineering students," *J. Vocat. Behav.*, vol. 73, no. 2, pp. 328–335, 2008, doi: 10.1016/j.jvb.2008.07.005.

[34]T. J. Yosso, "Whose culture has capital? A critical race theory discussion of community cultural wealth," *Race Ethn. Educ.*, vol. 8, no. 1, pp. 69–91, 2005, doi: 10.1080/1361332052000341006.

[35]J. E. Rhodes, R. Spencer, T. E. Keller, B. Liang, and G. Noam, "A model for the influence of mentoring relationships on youth development," *J. Community Psychol.*, vol. 34, no. 6, pp. 691–707, 2006, doi: 10.1002/jcop.20124.

[36]J. B. Grossman and J. E. Rhodes, "The test of time: Predictors and effects of duration in youth mentoring relationships," *Am. J. Community Psychol.*, vol. 30, no. 2, pp. 199–219, 2002, doi: 10.1023/A:1014680827552.

[37]N. M. Stephens, M. G. Hamedani, and M. Destin, "Closing the social-class achievement gap: A difference-education intervention improves first-generation students' academic performance and all students' college transition," *Psychol. Sci.*, vol. 25, no. 4, pp. 943–953, 2014, doi: 10.1177/0956797613518349.

[38]K. E. Arnold and M. D. Pistilli, "Course Signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success," in *Proc. 2nd Int. Conf. Learning Analytics and Knowledge (LAK'12)*, Vancouver, Canada, 2012, pp. 267–270, doi: 10.1145/2330601.2330666.

[39]E. Kasneci *et al.*, "ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 103, Art. no. 102274, 2023, doi: 10.1016/j.lindif.2023.102274.

[40]S. G. West *et al.*, "Alternatives to the randomized controlled trial," *Am. J. Public Health*, vol. 98, no. 8, pp. 1359–1366, 2008, doi: 10.2105/AJPH.2007.124446.

[41]N. A. Fouad, W.-H. Chang, M. Wan, and R. Singh, "Women's reasons for leaving the engineering field," *Front. Psychol.*, vol. 8, Art. no. 875, 2017, doi: 10.3389/fpsyg.2017.00875.