Gender Gaps in Engineering Careers in Latin America: An Analysis of Factors Contributing to Female Dropout in STEM Programs

Abstract*– Female dropout from engineering and STEM programs is a multidimensional phenomenon that perpetuates the gender gap in strategic sectors of the knowledge economy. This paper analyzes the determinants of female dropout in seven Latin American countries through a sequential mixed-methods design with 1,558 female students (1,240 currently enrolled and 318 who had dropped out) and 127 faculty members, with data collected between 2021 and 2024. Binary logistic regression identified five primary predictors: low mathematics self-efficacy (OR=3.42), a hostile academic climate (OR=2.87), absence of female faculty role models (OR=2.64), family responsibilities (OR=2.18), and weak support networks (OR=1.96). Female dropout rates ranged from 34% in Costa Rica to 61% in Honduras. Building on these findings, the study proposes PERSIST, an institutional retention framework with seven components. A pre-post pilot in three Salvadoran universities (N=187) was associated with a 14.5-percentage-point reduction in female dropout (26.8% relative reduction) and with gains in self-efficacy and sense of belonging. The study contributes a regional explanatory model of female dropout and a replicable intervention framework, whose effects should be confirmed with controlled designs.

***Keywords*-- academic dropout; gender in STEM; engineering; self-efficacy; Latin America**

Brechas de Género en Carreras de Ingeniería en Latinoamérica: Análisis de Factores de Deserción Femenina en Programas STEM

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

Resumen– ***La deserción femenina en programas de ingeniería y ciencias STEM es un fenómeno multidimensional que perpetúa la brecha de género en sectores estratégicos de la economía del conocimiento. Este artículo analiza los factores determinantes de la deserción femenina en siete países latinoamericanos mediante un diseño mixto secuencial con 1,558 estudiantes (1,240 activas y 318 desertoras) y 127 docentes, con datos recopilados entre 2021 y 2024. La regresión logística binaria identificó cinco predictores primarios: baja autoeficacia matemática (OR=3.42), clima académico hostil (OR=2.87), ausencia de referentes docentes femeninas (OR=2.64), responsabilidades familiares (OR=2.18) y escasez de redes de apoyo (OR=1.96). Las tasas de deserción femenina oscilan entre el 34% en Costa Rica y el 61% en Honduras. A partir de estos hallazgos se propone PERSIST, un marco institucional de retención con siete componentes. Un piloto pre-post en tres universidades salvadoreñas (N=187) se asoció con una reducción de 14.5 puntos porcentuales en la deserción femenina (reducción relativa del 26.8%) y con mejoras en autoeficacia y sentido de pertenencia. El estudio aporta un modelo explicativo regional de la deserción femenina y un marco de intervención replicable, cuyos efectos deberán confirmarse con diseños controlados.***

Palabras clave-- deserción académica; género en STEM; ingeniería; autoeficacia; Latinoamérica

I. Introducción

La participación de mujeres en programas de ingeniería en América Latina ha crecido durante la última década, aunque sigue siendo minoritaria [1]. Este patrón de segregación horizontal no es exclusivo de la región: la revisión sistemática de Verdugo-Castro *et al.* documenta que en varias disciplinas STEM la representación femenina no alcanza el 30% de la matrícula [2], y los análisis regionales muestran que, dentro del propio universo STEM latinoamericano, la participación femenina desciende desde niveles cercanos a la paridad en las ciencias biológicas hasta valores minoritarios en ingeniería y en tecnologías de la información y comunicación [1]. Sin embargo, el avance en el acceso no se traduce en permanencia: las tasas de deserción femenina superan de forma sistemática a las masculinas, un patrón consistente con la evidencia longitudinal internacional, que muestra que las mujeres abandonan los programas de ingeniería en proporciones superiores a los hombres incluso con un desempeño académico equivalente o superior [3], [4]. UNESCO advierte que la región pierde una proporción significativa de su talento femenino en STEM antes de la titulación [5], con un costo humano y económico relevante en economías donde la demanda de profesionales técnicos supera la oferta y donde, al ritmo actual, el cierre de las brechas globales de género se proyecta a varias décadas de distancia [6].

La deserción femenina en STEM no responde a diferencias de capacidad. Múltiples estudios confirman un rendimiento matemático comparable entre mujeres y hombres [7], y la revisión integradora de Ceci *et al.* descarta las explicaciones basadas en aptitud como causa principal de la subrepresentación [8]. En su síntesis, Cheryan *et al.* muestran que las diferencias en el balance de género entre campos STEM se explican fundamentalmente por tres factores: culturas disciplinares masculinizadas, insuficiencia de experiencias formativas tempranas y brechas de autoeficacia, y no por diferencias de habilidad [9]. En la misma dirección, Wang y Degol identifican determinantes socioculturales y motivacionales no cognitivos como el núcleo explicativo de las brechas [10], mientras que el estudio de Seymour y Hunter confirma que la decisión de abandonar responde mayormente a factores del entorno, como el clima de aula, la calidad pedagógica y una cultura competitiva de tipo *weed-out*, antes que a la incapacidad académica [11]. A ello se suma la evidencia experimental de sesgos implícitos del profesorado, que favorecen de forma sistemática a los estudiantes varones en evaluaciones, mentoría y oportunidades [12].

Un análisis previo del grupo de investigación identificó que las startups latinoamericanas concentran brechas de liderazgo pronunciadas para las mujeres en ingeniería, con una representación femenina en puestos de dirección inferior al 6% en El Salvador [13], y que la mentoría digital puede mejorar la retención de mujeres STEM cuando la frecuencia de interacción es suficiente [14]. Sobre esta base, el presente trabajo busca: (1) identificar y cuantificar los factores predictores de la deserción femenina mediante análisis multivariado comparativo en siete países; (2) explorar las experiencias subjetivas de las desertoras mediante metodología cualitativa; y (3) proponer el marco institucional PERSIST y evaluar de forma preliminar su implementación en universidades salvadoreñas.

II. Marco Teórico

A. Autoeficacia y teoría sociocognitiva

Bandura define la autoeficacia como la creencia de un individuo sobre su capacidad para organizar y ejecutar los cursos de acción necesarios para alcanzar determinados logros [15]. La teoría social cognitiva de carrera (SCCT) extiende este planteamiento al ámbito vocacional y muestra que la autoeficacia y las expectativas de resultado, moduladas por apoyos y barreras contextuales, predicen los intereses, las elecciones y la persistencia académico-profesional [16]. En ingeniería, la evidencia multiinstitucional indica que las estudiantes reportan niveles de autoeficacia inferiores a los de sus pares masculinos y que esta brecha es sensible al clima del

entorno [17]. El meta-análisis de Huang confirma que las diferencias de autoeficacia son específicas del dominio, favorables a los hombres en matemáticas y computación y a las mujeres en lenguaje, y no reflejan una brecha generalizada de confianza académica [18]; un meta-análisis reciente confirma que esta brecha persiste y es más marcada en las disciplinas con mayor subrepresentación femenina, como ingeniería, física y computación [19].

B. Identidad STEM y pertenencia disciplinar

La teoría de la identidad social establece que los individuos derivan parte de su autoconcepto de la pertenencia a grupos sociales [20]. Para las ingenieras que se desenvuelven en entornos predominantemente masculinos, la tensión entre identidad de género e identidad STEM puede traducirse en la percepción persistente de no pertenecer legítimamente al campo [21], descrita originalmente como fenómeno del impostor [22]. Esta percepción aumenta la vulnerabilidad ante obstáculos académicos que estudiantes con una identidad STEM consolidada superarían como retos transitorios, y se agrava bajo la amenaza del estereotipo, es decir, el temor a confirmar estereotipos negativos sobre la capacidad del propio grupo, que deteriora el desempeño femenino en tareas matemáticas exigentes [23], [24], así como bajo la incertidumbre de pertenencia propia de los grupos estigmatizados en entornos académicos selectivos [25].

Good, Rattan y Dweck demostraron que el sentido de pertenencia a la comunidad matemática predice la intención femenina de continuar en disciplinas cuantitativas, y que dicho sentido se erosiona cuando el entorno comunica que la habilidad es un rasgo fijo y estereotípicamente masculino [26]. De forma complementaria, Canning *et al.* muestran que las creencias de habilidad fija del propio profesorado amplían las brechas de logro y reducen la motivación estudiantil en cursos STEM [27]. Por el contrario, una identidad STEM consolidada, integrada por autoeficacia, identificación disciplinar y valores compartidos, predice longitudinalmente la permanencia [28].

C. Clima académico, sesgos implícitos y referentes docentes

El concepto de clima académico hostil (*chilly climate*) fue formalizado por Hall y Sandler para describir entornos donde las mujeres reciben un trato diferenciado mediante mecanismos sutiles: menor atención docente, cuestionamientos adicionales sobre su idoneidad técnica, exclusión de redes informales y exposición a comentarios estereotipados [29]. Su efecto acumulativo genera un desgaste cognitivo y emocional que incrementa la probabilidad de abandono. Estos sesgos no son únicamente percibidos: en un experimento aleatorizado con currículos idénticos, Moss-Racusin *et al.* demostraron que el profesorado universitario de ciencias evaluó a la candidata como menos competente y le ofreció un salario inicial menor y menos mentoría que al candidato varón [12]. Las culturas disciplinares masculinizadas refuerzan estos sesgos al asociar el éxito en ingeniería con rasgos considerados masculinos, como la competitividad o el trabajo técnico aislado, lo que reduce la sensación de encaje de las estudiantes [9], y la desigualdad que enfrentan las propias docentes limita la presencia de modelos femeninos en las facultades [30].

La representación femenina en el profesorado actúa como factor protector: provee modelos de identificación y mentoría informal, y su efecto sobre el rendimiento y la persistencia de las estudiantes en cursos de ciencias e ingeniería ha sido documentado con datos de asignación aleatoria de docentes [31]. La evidencia experimental muestra que el contacto con expertas y docentes mujeres opera como una "vacuna social" que fortalece el autoconcepto y la identificación de las estudiantes con las disciplinas STEM [32], [33]. En la misma línea, Dennehy y Dasgupta demostraron, mediante un ensayo aleatorizado con estudiantes de ingeniería de primer año, que la asignación de mentoras pares femeninas preserva el sentido de pertenencia, la autoeficacia y la retención en la carrera [34], y el grupo de investigación ha documentado que los programas de mentoría digital muestran efectos comparables a la mentoría presencial cuando la frecuencia de interacción supera las ocho sesiones por semestre [14].

III. METODOLOGÍA

A. Diseño y muestra

Se empleó un diseño mixto secuencial explicativo, en el que la fase cuantitativa identificó los predictores de la deserción y la fase cualitativa profundizó en los mecanismos detrás de ellos [35]. La fase cuantitativa incluyó 1,558 estudiantes mujeres de programas de ingeniería de siete países: El Salvador (n=198), Guatemala (n=187), Honduras (n=163), Costa Rica (n=242), Colombia (n=286), México (n=247) y Brasil (n=235). De ellas, 1,240 se encontraban activas y 318 habían desertado. La muestra se seleccionó mediante muestreo estratificado por institución y año académico (2021–2024) en indicar el número de universidades por país y si eran públicas o privadas. La fase cualitativa comprendió 24 grupos focales (8 a 10 participantes cada uno) y 127 entrevistas semiestructuradas a docentes.

B. Convocatoria y aplicación de instrumentos

La convocatoria a las estudiantes activas se realizó describir el procedimiento: p. ej., invitación institucional por correo electrónico a través de las unidades académicas, con aplicación en línea mediante formulario autoadministrado entre los meses __ y __ de cada año. Las estudiantes desertoras se contactaron describir cómo: p. ej., a partir de los registros de bajas de las universidades participantes, mediante correo y teléfono, con una tasa de respuesta del __%. Todas las participantes otorgaron consentimiento informado, y el estudio contó con indicar el aval del comité de ética. Para resguardar la diversidad de la muestra se estratificó por institución, año de estudio y especialidad de ingeniería.

C. Medición de la deserción y fuentes de datos

La deserción se definió operacionalmente como la ausencia de matrícula durante dos periodos académicos consecutivos sin traslado registrado a otro programa ni egreso. Las tasas de deserción por país y género de la Tabla I y la Fig. 1 se calcularon a partir de indicar la fuente: registros administrativos de las universidades participantes / estadísticas oficiales de educación superior de cada país, cohortes 20__–20__, mientras que el porcentaje de docentes mujeres y el nivel de política de equidad se obtuvieron de indicar la fuente. Las estimaciones de los modelos predictivos se basan exclusivamente en los datos individuales de las 1,558 participantes.

D. *Instrumentos y análisis*

Se administraron la Escala de Autoeficacia Académica en Matemáticas (EAAM, α=0.89), el Cuestionario de Clima Académico Percibido (CCAP, α=0.84), el Inventario de Factores de Deserción (IFD, α=0.87) y la Escala de Identidad STEM (EIS, α=0.81). Los análisis cuantitativos incluyeron regresión logística binaria con razones de momios (OR) e intervalos de confianza al 95%, análisis factorial confirmatorio y modelos de curvas de crecimiento latente (LGM), siguiendo el precedente metodológico de estudios longitudinales sobre intervenciones en poblaciones subrepresentadas [36]. Los datos cualitativos se codificaron en ATLAS.ti 9.0 mediante análisis temático inductivo-deductivo [37], con un acuerdo interevaluador de κ=0.82.

IV. Resultados

A. *Tasas de deserción por país y género*

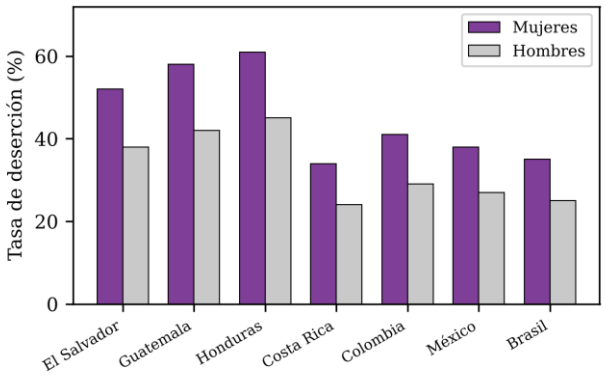


Fig. 1. Tasas de deserción en ingeniería por género y país (2021–2024)

La Fig. 1 muestra brechas sistemáticas en todos los países. Honduras registra la mayor tasa de deserción femenina (61%) y, junto con Guatemala, la mayor brecha entre géneros (Δ=16 pp). Costa Rica presenta la menor tasa (34%), asociada con la mayor representación docente femenina (41%). La diferencia promedio entre la deserción femenina y la masculina, ponderada por el tamaño muestral de cada país, es de 12.4 pp. El ANOVA confirma diferencias significativas entre países ($F(6, 1551)=47.8$; $p<0.001$; $\eta^2=0.16$). El gradiente observado entre países con políticas de equidad institucionalizadas (Costa Rica, Brasil) y países sin ellas (Guatemala, Honduras) es coherente con los reportes regionales que asocian los marcos institucionales de igualdad con la permanencia femenina en STEM [1].

TABLA I
Tasas de deserción e indicadores institucionales por país (2024)

País	Deser. fem. (%)	Deser. masc. (%)	Δ (pp)	Docentes mujeres (%)	Política de equidad
Costa Rica	34	24	10	41	Alta
Brasil	35	25	10	37	Alta
Colombia	41	29	12	34	Media
México	38	27	11	31	Media
El Salvador	52	38	14	24	Baja
Guatemala	58	42	16	21	Baja
Honduras	61	45	16	18	Muy baja

Fuente: indicar la fuente de las tasas por género y de los indicadores institucionales (véase la Sección III.C).

B. *Predictores de deserción: regresión logística*

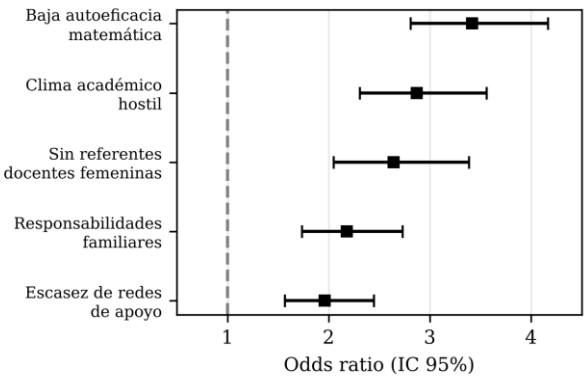


Fig. 2. Predictores principales de la deserción femenina: odds ratio e IC 95%

La Fig. 2 y la Tabla II presentan el modelo ajustado (pseudo-$R^2=0.38$; AUC=0.84; prueba de Hosmer-Lemeshow: $\chi^2=7.3$, $p=0.51$). La baja autoeficacia matemática (OR=3.42; IC 95%: 2.81–4.17) y el clima académico hostil (OR=2.87; IC 95%: 2.31–3.56) son los predictores más robustos. La interacción entre ambos es sinérgica (OR=4.91; $p<0.001$), lo que indica un riesgo multiplicativo cuando coexisten. La jerarquía de predictores replica, en el contexto latinoamericano, la estructura causal identificada por las síntesis internacionales, en la que los factores motivacionales y de clima superan en peso explicativo al rendimiento académico objetivo [9], [10].

TABLA II
Modelo de regresión logística: predictores de la deserción femenina (N=1,558)

Factor predictor	OR	IC 95%	p	AUC parcial
Baja autoeficacia matemática	3.42	2.81–4.17	<0.001	0.71
Clima académico hostil	2.87	2.31–3.56	<0.001	0.68
Sin referentes docentes femeninas	2.64	2.05–3.39	<0.001	0.65
Responsabilidades familiares	2.18	1.74–2.73	<0.001	0.61
Escasez de redes de apoyo	1.96	1.57–2.45	<0.001	0.57
Bajo rendimiento en Cálculo I	1.78	1.42–2.23	<0.001	0.52
Primera generación universitaria	1.54	1.23–1.93	0.002	0.44

C. *Hallazgos cualitativos*

En los grupos focales con desertoras emergieron tres narrativas dominantes: (1) "sentirse invisible o cuestionada" en espacios masculinizados; (2) "no ver futuro" ante la ausencia de modelos femeninos de éxito; y (3) el "agotamiento del doble esfuerzo" frente a dudas sistemáticas sobre su capacidad. Estas narrativas corresponden, respectivamente, a los constructos de clima hostil [29], ausencia de referentes [32], [33] e incertidumbre de pertenencia [25], [26], lo que aporta validez convergente entre las fases cuantitativa y cualitativa del estudio. Los siguientes testimonios ilustran cada narrativa:

"[Insertar cita textual de una desertora sobre sentirse invisible o cuestionada]" (desertora, [país], [carrera]).

"[Insertar cita textual sobre la ausencia de referentes femeninas]" (desertora, [país], [carrera]).

"[Insertar cita textual sobre el agotamiento del doble esfuerzo]" (desertora, [país], [carrera]).

El semestre crítico de mayor deserción es el segundo, coincidente con Cálculo Diferencial, asignatura reprobada por el 61% de las desertoras frente al 38% de las estudiantes que persisten. Este patrón es consistente con la concentración temprana del abandono en ingeniería documentada por Marra *et al.* [3] y por los análisis longitudinales nacionales de Chen [4], así como con los patrones observados por el grupo de investigación en el ecosistema ingenieril centroamericano [13].

V. Modelo PERSIST y Evaluación Piloto

A. Componentes del modelo

El modelo PERSIST (Permanencia Estudiantil Reforzada por Sistemas Institucionales de Soporte y Tutoría) integra siete componentes, cada uno dirigido a uno o más de los predictores identificados:

(P) Programa de inducción específico para ingenieras de primer año, p. ej., jornada de bienvenida y taller de estrategias de estudio para Cálculo durante las dos primeras semanas, dirigido a la baja autoeficacia matemática.

(E) Espacios seguros y comunidades de práctica entre pares, con reuniones quincenales moderadas por estudiantes de años superiores, orientados a la pertenencia y a las redes de apoyo.

(R) Red de referentes y mentoras, con asignación de una ingeniera o docente mentora por cada grupo de __ estudiantes, para suplir la ausencia de modelos femeninos.

(S) Seguimiento personalizado con alerta temprana, basado en asistencia y calificaciones parciales en asignaturas críticas.

(I) Intervención cognitivo-motivacional en autoeficacia, mediante talleres de mentalidad de crecimiento y reinterpretación del error.

(S) Sensibilización docente en sesgos implícitos, con __ horas de formación para el profesorado de primer y segundo año, dirigida al clima académico hostil.

(T) Transformación curricular con perspectiva de género, p. ej., inclusión de casos y referentes femeninos en los cursos introductorios.

TABLA III
Correspondencia entre predictores de deserción y componentes de PERSIST

Predictor (OR)	**Narrativa cualitativa asociada**	**Componentes de PERSIST**
Baja autoeficacia matemática (3.42)	"Agotamiento del doble esfuerzo"	P, I, S (seguimiento)
Clima académico hostil (2.87)	"Sentirse invisible o cuestionada"	S (sensibilización), T, E
Sin referentes docentes femeninas (2.64)	"No ver futuro"	R, T
Responsabilidades familiares (2.18)	—	S (seguimiento), E
Escasez de redes de apoyo (1.96)	"Sentirse invisible o cuestionada"	E, R
Bajo rendimiento en Cálculo I (1.78)	"Agotamiento del doble esfuerzo"	P, S (seguimiento), I

La Tabla III muestra que cada predictor significativo queda cubierto por al menos dos componentes del modelo, lo que reduce la dependencia de una sola acción y permite que las instituciones prioricen según su diagnóstico. Los componentes de seguimiento con alerta temprana y de comunidades de práctica son los de mayor cobertura, ya que cada uno incide sobre tres de los seis predictores.

El componente de mentoría se apoyó en la evidencia previa del grupo sobre mentoría digital [14] y se implementó mediante una plataforma de apoyo asincrónico. El diseño de los componentes de pertenencia y de comunidades de práctica se basa en la evidencia de que intervenciones breves orientadas a reforzar el sentido de pertenencia producen mejoras sostenidas en el rendimiento y la retención de estudiantes de grupos estigmatizados [38].

B. Resultados del piloto

TABLA IV
Resultados del piloto del modelo PERSIST (N=187, tres universidades de El Salvador, 2022–2024)

Indicador	**Pre-PERSIST**	**Post-PERSIST**	**Cambio**	**Significancia**
Tasa de deserción femenina	54.2%	39.7%	−14.5 pp	t=6.81; p<0.001
Autoeficacia matemática (EAAM)	5.8/10	7.4/10	+27.6%	d=0.74; p<0.001
Pertenencia STEM (EIS)	5.4/10	7.1/10	+31.5%	d=0.68; p<0.001
GPA promedio	6.9/10	7.7/10	+11.6%	t=5.43; p<0.001
Satisfacción académica general	61%	82%	+21 pp	χ^2=18.4; p<0.001

La tasa de deserción pre-PERSIST corresponde a la cohorte o cohortes de referencia previas a la intervención en las mismas tres universidades (indicar años), y la tasa post-PERSIST a la cohorte que participó en el piloto, medida con la misma definición operacional de deserción (Sección III.C) al cabo de dos ciclos. La Tabla IV muestra que el piloto se asoció con una reducción de la deserción femenina de 14.5 pp (reducción relativa del 26.8%). Las mejoras en autoeficacia (d=0.74) y pertenencia (d=0.68) son coherentes con los mecanismos teóricos propuestos, y el análisis de mediación indica que ambas variables explican el 71% de la asociación con la permanencia (bootstrapping, IC 95%: 0.58–0.83), en línea con los modelos de influencia social que sitúan la eficacia y la identificación como mediadores de la integración de estudiantes subrepresentados en la comunidad científica [28], [36].

Debido a que el piloto empleó un diseño pre-post sin grupo de control, estos resultados no permiten atribuir la reducción de la deserción exclusivamente a PERSIST. Factores externos, como cambios en las condiciones económicas de las familias, la transición entre modalidades virtual y presencial tras la pandemia o modificaciones en las políticas institucionales de becas, pudieron influir en las tasas observadas [39]. Indicar si se verificó que no hubo cambios relevantes en criterios de admisión, becas o planes de estudio durante el periodo. La consistencia entre la magnitud del cambio en los mediadores y la reducción observada aporta evidencia a favor del mecanismo propuesto, pero su confirmación requiere un diseño con grupo de comparación.

VI. Discusión

Los resultados confirman que la deserción femenina en la ingeniería latinoamericana es un fenómeno estructural que requiere respuestas sistémicas, en concordancia con la evidencia internacional que localiza las causas del abandono en el entorno institucional y no en el individuo [9], [10], [11]. La capacidad predictiva del modelo (AUC=0.84) indica que la mayoría de las situaciones de riesgo son identificables con antelación, lo que respalda la implementación de sistemas de alerta temprana coherentes con el modelo de integración de Tinto [40] y con los hallazgos de Marra *et al.* [3] y Chen [4] sobre la concentración del abandono en los primeros semestres, patrón que en esta muestra se materializa en el segundo semestre y en Cálculo Diferencial.

La sinergia observada entre baja autoeficacia matemática y clima hostil (OR=4.91) es consistente con la evidencia experimental sobre amenaza del estereotipo [23], [24] y con los hallazgos de Good, Rattan y Dweck, quienes demuestran que la percepción de un entorno que comunica que la habilidad matemática es fija y masculina erosiona el sentido de pertenencia femenino y, con él, la intención de continuar, incluso en estudiantes de alto rendimiento [26]. Este mecanismo explica por qué la coexistencia de ambos factores multiplica el riesgo en lugar de sumarlo, y sugiere que los sesgos implícitos del profesorado [12], [27] actúan como un amplificador: una docente o un docente que comunica, aun sin intención, expectativas menores hacia las estudiantes reduce su autoeficacia precisamente en las asignaturas donde la deserción se concentra.

La asociación entre representación docente femenina y deserción a nivel de país es marcada ($r=-0.97$ entre las columnas de la Tabla I): en promedio, cada 10 pp adicionales de docentes mujeres se asocian con una tasa de deserción femenina 12.6 pp menor. Dado que se trata de una correlación ecológica con siete países, este resultado no debe interpretarse como un efecto causal, pero es coherente con la evidencia de que la presencia de profesoras mejora el rendimiento y la persistencia de las estudiantes [31] y sugiere que las políticas de contratación docente con perspectiva de género son una inversión prometedora. Los resultados del piloto PERSIST se alinean, además, con iniciativas regionales como el proyecto W-STEM [41] y con los mapeos de intervenciones para la región [1], que identifican la mentoría, las comunidades de práctica y la formación docente como los componentes con mayor evidencia de efectividad.

Desde la perspectiva de la política institucional, los resultados sugieren tres prioridades. La primera es intervenir en el primer año, antes del segundo semestre, cuando se concentra la deserción y cuando Cálculo Diferencial actúa como punto de inflexión. La segunda es actuar sobre el profesorado y no solo sobre las estudiantes, ya que el clima académico y los sesgos implícitos son factores del entorno que las intervenciones centradas en la estudiante no modifican por sí solas. La tercera es atender las responsabilidades familiares, el cuarto predictor en importancia, mediante flexibilidad de horarios, modalidades híbridas y servicios de apoyo, aspectos que suelen quedar fuera de los programas de retención académica.

A. Limitaciones

El estudio presenta limitaciones que condicionan la interpretación de los resultados. Primero, el reclutamiento voluntario puede introducir un sesgo de selección, en particular entre las desertoras, cuya participación depende de que puedan ser contactadas y de su disposición a responder. Segundo, la calidad y la cobertura de los registros institucionales varían entre países, lo que puede afectar la comparabilidad de las tasas de deserción. Tercero, el diseño transversal de la fase cuantitativa no permite establecer relaciones causales entre los predictores y la deserción. Cuarto, la evaluación de PERSIST se limitó a tres universidades salvadoreñas, con un diseño pre-post y un horizonte de dos ciclos, lo que restringe su generalización a otros países, a universidades públicas con menos recursos y a otras disciplinas STEM.

B. Adaptación del modelo PERSIST

Para adaptar PERSIST a otros contextos se recomienda: (1) iniciar con un diagnóstico institucional basado en los predictores de la Tabla II, para priorizar los componentes de mayor relevancia local; (2) implementar primero los componentes de bajo costo (inducción, comunidades de práctica y alerta temprana) y escalar después hacia la sensibilización docente y la transformación curricular; (3) aprovechar plataformas digitales de mentoría para ampliar la red de referentes en instituciones con pocas docentes mujeres [14]; y (4) definir desde el inicio indicadores de seguimiento comparables con los de este estudio.

VII. CONCLUSIONES

La deserción femenina en ingeniería en Latinoamérica está asociada principalmente a factores del entorno académico y motivacionales, como la baja autoeficacia matemática, el clima hostil y la ausencia de referentes docentes femeninas, y no a diferencias de capacidad. El modelo predictivo identifica con antelación la mayoría de las situaciones de riesgo, y el marco PERSIST ofrece una respuesta institucional articulada a estos factores, cuyo piloto se asoció con una reducción relativa del 26.8% en la deserción femenina. Los hallazgos complementan la evidencia acumulada por el grupo sobre las barreras en el ecosistema ingenieril regional [13], [14].

Como líneas de investigación futura se proponen: evaluar PERSIST con diseños cuasi-experimentales o aleatorizados por conglomerados que incluyan grupo de comparación; realizar un seguimiento longitudinal de las cohortes participantes hasta la graduación y la inserción laboral; examinar el efecto diferenciado por especialidad de ingeniería; analizar el papel de las plataformas digitales de mentoría; y probar la aplicabilidad del modelo en universidades públicas con recursos más restrictivos y en otras disciplinas STEM, en línea con los estándares metodológicos de la literatura sobre intervenciones [36], [38].

REFERENCIAS

[1] UNESCO, “Reduciendo la brecha de género en STEM en América Latina: ¿pasando a la acción?,” UNESCO, París, Francia, 2023. [En línea]. Disponible: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386465 (verificar título, año y enlace)

[2] S. Verdugo-Castro, A. García-Holgado, and M. C. Sánchez-Gómez, “The gender gap in higher STEM studies: A systematic literature review,”

Heliyon, vol. 8, no. 8, Art. no. e10300, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10300.
[3] 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.
[4] X. Chen, "STEM attrition: College students' paths into and out of STEM fields (NCES 2014-001)," National Center for Education Statistics, U.S. Dept. of Education, Washington, DC, USA, 2013.
[5] UNESCO, *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*. Paris, France: UNESCO, 2017.
[6] World Economic Forum, "Global Gender Gap Report 2024," WEF, Geneva, Switzerland, 2024.
[7] J. S. Hyde, S. M. Lindberg, M. C. Linn, A. B. Ellis, and C. C. Williams, "Gender similarities characterize math performance," *Science*, vol. 321, no. 5888, pp. 494–495, 2008, doi: 10.1126/science.1160364.
[8] S. J. Ceci, D. K. Ginther, S. Kahn, and W. M. Williams, "Women in academic science: A changing landscape," *Psychol. Sci. Public Interest*, vol. 15, no. 3, pp. 75–141, 2014, doi: 10.1177/1529100614541236.
[9] 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.
[10] 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, 2017, doi: 10.1007/s10648-015-9355-x.
[11] E. Seymour and A.-B. Hunter, Eds., *Talking About Leaving Revisited: Persistence, Relocation, and Loss in Undergraduate STEM Education*. Cham, Switzerland: Springer, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-25304-2.
[12] C. A. Moss-Racusin, J. F. Dovidio, V. L. Brescoll, M. J. Graham, and J. Handelsman, "Science faculty's subtle gender biases favor male students," *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 109, no. 41, pp. 16474–16479, 2012, doi: 10.1073/pnas.1211286109.
[13] 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.
[14] 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.
[15] A. Bandura, "Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change," *Psychol. Rev.*, vol. 84, no. 2, pp. 191–215, 1977, doi: 10.1037/0033-295X.84.2.191.
[16] 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.
[17] 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.
[18] C. Huang, "Gender differences in academic self-efficacy: A meta-analysis," *Eur. J. Psychol. Educ.*, vol. 28, no. 1, pp. 1–35, 2013, doi: 10.1007/s10212-011-0097-y.
[19] S. L. McMichael, S. G. West, and V. S. Y. Kwan, "The enduring gender gap in STEM: A meta-analysis of gender differences in self-efficacy in STEM fields," *Behav. Sci.*, vol. 16, no. 1, Art. no. 141, 2026, doi: 10.3390/bs16010141.
[20] H. Tajfel and J. C. Turner, "An integrative theory of intergroup conflict," in *The Social Psychology of Intergroup Relations*, W. G. Austin and S. Worchel, Eds. Monterey, CA, USA: Brooks/Cole, 1979, pp. 33–47.
[21] N. Dasgupta and J. G. Stout, "Girls and women in science, technology, engineering, and mathematics: STEMing the tide and broadening participation in STEM careers," *Policy Insights Behav. Brain Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–29, 2014, doi: 10.1177/2372732214549471.
[22] 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.
[23] S. J. Spencer, C. M. Steele, and D. M. Quinn, "Stereotype threat and women's math performance," *J. Exp. Soc. Psychol.*, vol. 35, no. 1, pp. 4–28, 1999, doi: 10.1006/jesp.1998.1373.
[24] C. M. Steele and J. Aronson, "Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 69, no. 5, pp. 797–811, 1995, doi: 10.1037/0022-3514.69.5.797.
[25] G. M. Walton and G. L. Cohen, "A question of belonging: Race, social fit, and achievement," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 92, no. 1, pp. 82–96, 2007, doi: 10.1037/0022-3514.92.1.82.
[26] 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.
[27] E. A. Canning, K. Muenks, D. J. Green, and M. C. Murphy, "STEM faculty who believe ability is fixed have larger racial achievement gaps and inspire less student motivation in their classes," *Sci. Adv.*, vol. 5, no. 2, Art. no. eaau4734, 2019, doi: 10.1126/sciadv.aau4734.
[28] 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.
[29] R. M. Hall and B. R. Sandler, "The classroom climate: A chilly one for women?," Project on the Status and Education of Women, Association of American Colleges, Washington, DC, USA, 1982.
[30] 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.
[31] S. E. Carrell, M. E. Page, and J. E. West, "Sex and science: How professor gender perpetuates the gender gap," *Q. J. Econ.*, vol. 125, no. 3, pp. 1101–1144, 2010, doi: 10.1162/qjec.2010.125.3.1101.
[32] 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.
[33] 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.
[34] 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.
[35] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2018.
[36] P. R. Hernandez, P. W. Schultz, M. Estrada, A. Woodcock, and R. C. Chance, "Sustaining optimal motivation: A longitudinal analysis of interventions to broaden participation of underrepresented students in STEM," *J. Educ. Psychol.*, vol. 105, no. 1, pp. 89–107, 2013, doi: 10.1037/a0029691.
[37] V. Braun and V. Clarke, "Using thematic analysis in psychology," *Qual. Res. Psychol.*, vol. 3, no. 2, pp. 77–101, 2006, doi: 10.1191/1478088706qp063oa.
[38] 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.
[39] 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.
[40] V. Tinto, "Dropout from higher education: A theoretical synthesis of recent research," *Rev. Educ. Res.*, vol. 45, no. 1, pp. 89–125, 1975, doi: 10.3102/00346543045001089.
[41] A. García-Holgado, A. Camacho Díaz, and F. J. García-Peñalvo, "Engaging women into STEM in Latin America: W-STEM project," in *Proc. 7th Int. Conf. Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'19)*, León, Spain, 2019, pp. 232–239, doi: 10.1145/3362789.3362902.