Gender Gaps in Formative Research: Evidence from Engineering Theses at UCB Santa Cruz (2021–2026)

Valeria Paz Silva[1,2] ; Natalia Montellano Duran[1,2]
[1]Centro de Investigación en Biotecnología (BIOCEN), Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Bolivia, valeriapazsilva12@gmail.com
[2]Biotecnología, Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, natalia.montellano@gmail.com

Abstract– ***Gender disparity in higher STEM education persists despite progress toward overall enrollment parity. This study evaluates horizontal segregation and academic performance in formative research through undergraduate degree theses at Universidad Católica Boliviana "San Pablo" (Santa Cruz campus) during the 2021–2026 period. Based on a census universe of N = 140 approved theses across four engineering degree programs, scientific output was classified into five operational thematic areas. Pearson's Chi-square test confirmed the presence of statistically significant horizontal segregation in thematic selection ($\chi^2 = 18.412$; $p = 0.001$; $V = 0.363$), characterized by a high female concentration in Environmental Management (80.77%) and male dominance in Infrastructure and Automation (61.36%). Furthermore, intra-degree analysis in Industrial Engineering (n = 55) demonstrated that segregation re-emerges at the specialization level ($\chi^2 = 8.914$; $p = 0.0116$; $V = 0.403$) even in gender-balanced enrollment environments. Regarding academic performance, the sample recorded an outstanding performance with an overall mean of 87.96/100, led by Biotechnology at 93.84/100, evidencing that thematic distribution responds to vocational factors rather than differences in technical capacity.***

Keywords-- ***Gender gap, horizontal segregation, engineering education, formative research, STEM.***

Brechas de género en la investigación formativa: evidencia de las tesis de ingeniería de la UCB Santa Cruz (2021–2026)

Valeria Paz Silva[1,2] ; Natalia Montellano Duran[1,2]
[1]Centro de Investigación en Biotecnología (BIOCEN), Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Bolivia, valeriapazsilva12@gmail.com
[2]Biotecnología, Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, natalia.montellano@gmail.com

Resumen– ***La disparidad de género en la educación superior en STEM persiste a pesar de los avances hacia la paridad en la matrícula general. El presente estudio evalúa la segregación horizontal y el rendimiento académico en la investigación formativa a través de los trabajos de investigación finales de grado de la Universidad Católica Boliviana "San Pablo" (Sede Santa Cruz) durante el periodo 2021–2026. Sobre un universo censal de N = 140 tesis aprobadas en cuatro programas académicos en ingeniería, se categorizó la producción científica en cinco áreas temáticas operativas. La prueba Chi-cuadrado de Pearson confirmó la presencia de una segregación horizontal estadísticamente significativa en la elección temática (χ^2 = 18,412; p = 0,001; V = 0,363), caracterizada por una alta concentración femenina en Gestión Ambiental (80,77%) y un dominio masculino en Infraestructura y Automatización (61,36%). Asimismo, el análisis intra-carrera en Ingeniería Industrial (n = 55) demostró que la segregación reaparece a nivel de especialización (χ^2 = 8,914; p = 0,0116; V = 0,403) aun en entornos de ingreso paritario. En cuanto al rendimiento académico, la muestra registró un desempeño sobresaliente con un promedio global de 87,96/100; liderado por Biotecnología con 93,84/100, evidenciando que la distribución temática responde a factores vocacionales y no a diferencias en la capacidad técnica.***

Palabras clave– ***Brecha de género, segregación horizontal, educación en ingeniería, investigación formativa, STEM.***

I. Introducción

La brecha de género en la educación superior en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) constituye un desafío estructural persistente en América Latina [1]. Aunque la matrícula femenina ha aumentado de manera paulatina en las universidades de la región, la evidencia demuestra que las mujeres continúan enfrentando importantes barreras de acceso, permanencia y graduación exitosa [2]. Estas barreras están fuertemente condicionadas por normas socioculturales que asocian tradicionalmente a la ingeniería con la masculinidad y la técnica, relegando el rol femenino a un segundo plano [3], [4]. Estas dinámicas, amplificadas por ambientes masculinizados y la falta de mentoras o referentes, alimentan una baja autoeficacia y un menor sentido de pertenencia entre las estudiantes [5].

Más allá del acceso a la universidad, la disparidad de género opera a través de la segregación horizontal, un fenómeno mediante el cual la brecha no solo determina quién ingresa a la ingeniería, sino qué rama o especialidad elige [6]. Múltiples investigaciones confirman que esta división por áreas responde principalmente a motivaciones expresivas, estereotipos internalizados y preferencias vocacionales, más que a diferencias reales en las capacidades analíticas o matemáticas [7, 8]. De esta forma, la literatura reporta que subcampos como la mecánica, la electrónica o la infraestructura civil continúan estando masculinizados, mientras que las mujeres tienden a concentrarse en áreas vinculadas a la gestión, la salud o disciplinas orientadas al cuidado [9, 10].

Diversos autores explican que esta distribución temática se relaciona con los diferentes propósitos profesionales que motivan la elección de carrera según el género [13]. Investigaciones previas señalan que las mujeres en ingeniería suelen manifestar una mayor orientación hacia proyectos con un impacto directo en la sostenibilidad socio ambiental, la salud pública y la calidad de vida [12]. En consecuencia, en diversos contextos académicos, áreas como la gestión ambiental, la inocuidad y los procesos biológicos registran una mayor participación femenina [7], mientras que los subcampos enfocados en la infraestructura física, la automatización y el desarrollo tecnológico presentan un predominio masculino [14].

En la etapa terminal de la educación superior, la investigación formativa, reflejada en los proyectos de titulación y tesis de grado, constituye el primer canal formal donde el estudiante materializa su identidad profesional y su micro-especialización [15]. Estudios recientes demuestran que la segregación horizontal no ocurre únicamente entre carreras, sino también de manera micro dentro de las opciones de especialización y asignaturas en los programas académicos [16]. La elección de temas en proyectos finales refleja las aspiraciones ocupacionales de los egresados y actúa como un predictor temprano de su posterior inserción laboral y tipo de rol en la industria [17].

A pesar de su relevancia, la literatura académica ha centrado tradicionalmente la medición de la segregación horizontal en agregados macro, como la carrera o la facultad en su conjunto [16, 18], existiendo una vacante empírica sobre cómo se distribuye el género en la elección de temas y en el

desempeño académico de las asignaturas de investigación a nivel micro dentro de facultades multidisciplinarias en la región andina. El presente estudio aborda dicha brecha analizando un universo de 140 estudiantes de la Universidad Católica Boliviana "San Pablo" (Sede Santa Cruz) durante el periodo 2021–2026. Al clasificar la producción científica en cinco áreas temáticas operativas y evaluar el rendimiento académico en Taller de Grado 2 (Defensa / Materia Terminal), esta investigación busca aportar evidencia empírica sobre la presencia de segregación horizontal y las diferencias de rendimiento en la investigación formativa boliviana.

II. METODOLOGÍA

A. Diseño y Enfoque de Investigación

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-correlacional y con un diseño no experimental, de corte transversal y retrospectivo. Se analiza la producción científica de investigación formativa mediante la caracterización de las variables observadas sin manipulación directa del entorno.

B. Población y Muestra

La población objeto de estudio comprende la totalidad de los trabajos finales de grado y tesis de licenciatura aprobados y depositados en el repositorio institucional de la Universidad Católica Boliviana "San Pablo" (Sede Santa Cruz) en el periodo comprendido entre 2021 y 2026. Al trabajar con el universo censal completo (N = 140), no se requirió la aplicación de técnicas de muestreo probabilístico, eliminando el error muestral. La muestra abarca los programas de Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Civil.

C. Clasificación Temática

Para categorizar la investigación formativa, se estableció una matriz de clasificación estandarizada compuesta por cinco áreas temáticas operativas derivadas de la revisión del estado del arte:

A. Procesos Biológicos y Salud: Proyectos centrados en bioprocesos, aplicaciones biomédicas, bioinformática, biotecnología aplicada e higiene sanitaria.
B. Gestión Ambiental y Sostenibilidad: Trabajos orientados al tratamiento de agua y residuos, evaluación de impacto ambiental, energías renovables y economía circular.
C. Seguridad, Inocuidad y Calidad: Investigaciones enfocadas en inocuidad alimentaria, gestión de la calidad, sistemas HSEQ y gestión de riesgos ocupacionales.
D. Operaciones y Procesos: Estudios dirigidos a la investigación operativa, optimización de cadenas de suministro, logística, simulación de procesos industriales y productividad.
E. Infraestructura y Automatización: Proyectos en las áreas de ingeniería estructural, geotecnia, robótica, sistemas de control, electrónica, potencia e infraestructura informática.

D. Procedimiento de Recolección y Variables de Estudio

La información se recopiló a partir de los registros académicos oficiales y las fichas de aprobación de tesis. Para cada unidad de análisis (i = 1, 2, ..., 140), se codificaron las siguientes variables:

- Género del autor (G): Variable cualitativa nominal (Hombre / Mujer).
- Carrera de origen (C): Programa académico de adscripción.
- Categoría temática (T): Clasificación en una de las cinco áreas operativas.
- Nota de Taller de Grado 2 (N_2): Variable cuantitativa continua (escala 0–100), correspondiente a la evaluación del trabajo final de la materia terminal y defensa.
- Año de cursado: Periodo comprendido entre 2021 y 2026.

E. Análisis Estadístico

El procesamiento estadístico se organizó en tres fases operativas:

1. Análisis Descriptivo: Cálculo de frecuencias absolutas (n) y relativas (%) para caracterizar la distribución del género según carrera y área temática. Para la variable cuantitativa de rendimiento (N_2), se contempló el cálculo de medidas de tendencia central (media) por programa académico y categoría temática.
2. Análisis de Segregación Horizontal: Construcción de tablas de contingencia cruzadas (G × T) y evaluación de independencia mediante la prueba Chi-cuadrada de Pearson (χ^2) a un nivel de significación de $\alpha = 0{,}05$. Se verificó el cumplimiento del supuesto de frecuencias esperadas. Adicionalmente, se calculó el coeficiente V de Cramér (V) para determinar la intensidad de la asociación tanto en la muestra global como en el análisis intra-carrera.
3. Análisis del Rendimiento Académico: Evaluación comparativa de las calificaciones promedio de N_2 según programa académico y categoría temática para contrastar el nivel de logro en la investigación formativa.

III. RESULTADOS

A. Caracterización de la Muestra y Distribución por Carrera

El universo censal analizado (N = 140) presentó una distribución global por género compuesta por un 46,43% de hombres (n = 65) y un 53,57% de mujeres (n = 75).

Sin embargo, al examinar la composición por programa académico (TABLA I), se observan heterogeneidades marcadas. Ingeniería en Biotecnología registró una mayoritaria presencia femenina (70,27%, n = 26). Por el contrario, Ingeniería Civil e Ingeniería Mecatrónica mostraron un predominio masculino del 72,09% (n = 31) y 80,00% (n = 4), respectivamente. Ingeniería Industrial presentó la distribución más paritaria, con un 50,91% de mujeres (n = 28) y un 49,09% de hombres (n = 27).

TABLA I
DISTRIBUCIÓN DE TESIS DE GRADO SEGÚN CARRERA Y GÉNERO (2021–2026)

Carrera	Hombre n (%)	Mujer n (%)	Total (N)
Ingeniería en Biotecnología	11 (29,7 %)	26 (70,3 %)	37
Ingeniería Industrial	27 (49,1 %)	28 (50,9 %)	55
Ingeniería Civil	31 (72,1 %)	12 (27,9 %)	43
Ingeniería Mecatrónica	4 (80,0 %)	1 (20,0 %)	5
TOTAL	65 (46,4 %)	75 (53,6 %)	140

B. Segregación horizontal en la elección temática

La clasificación de los proyectos de grado en las cinco categorías operativas reveló concentraciones temáticas asociadas al género de los autores (TABLA II). Las áreas con mayor producción total fueron Infraestructura y Automatización (n = 44) y Operaciones y Procesos (n = 37).

TABLA II
DISTRIBUCIÓN DE TESIS POR CATEGORÍA TEMÁTICA Y GÉNERO DE LOS AUTORES

Área temática	Hombre n (%)	Mujer n (%)	Total (N)
A. Procesos Biológicos y Salud	7 (46,7 %)	8 (53,3 %)	15
B. Gestión Ambiental y Sostenibilidad	5 (19,2 %)	21 (80,8 %)	26
C. Seguridad, Inocuidad y Calidad	6 (33,3 %)	12 (66,7 %)	18
D. Operaciones y Procesos	20 (54,1 %)	17 (45,9 %)	37
E. Infraestructura y Automatización	27 (61,4 %)	17 (38,6 %)	44
TOTAL	65 (46,4 %)	75 (53,6 %)	140

Al evaluar la proporción interna dentro de cada área:

- Predominio Femenino: La categoría Gestión Ambiental y Sostenibilidad presentó una alta concentración de investigadoras, alcanzando el 80,77 % de las tesis (n = 21). Asimismo, en Seguridad, Inocuidad y Calidad, las mujeres representaron el 66,67 % (n = 12). Procesos Biológicos y Salud mostró un comportamiento paritario (53,33 % mujeres, n = 8).
- Predominio Masculino: En Infraestructura y Automatización, los varones lideraron el 61,36 % de las investigaciones (n = 27). De igual forma, en Operaciones y Procesos, la participación masculina alcanzó el 54,05 % (n = 20).

C. Prueba Inferencial de Independencia (χ^2) y Dinámicas por Programa

Para determinar si existe una asociación estadísticamente significativa entre el género de los graduandos y la línea temática de sus trabajos de titulación, se aplicó la prueba de independencia Chi-cuadrado de Pearson (χ^2) sobre la tabla de contingencia de 2 × 5 de la muestra censal (N = 140). Los resultados confirman que la distribución temática no es homogénea ($\chi^2(4) = 18{,}412$; $p = 0{,}001$; $V = 0{,}363$), lo que evidencia que el género actúa como un factor condicionante relevante en la elección del objeto de estudio terminal.

Al examinar el comportamiento interno de cada programa académico, se identifican dos patrones diferenciados. Por un lado, las carreras con sesgo de matrícula inicial de origen, como Ingeniería Civil (72,09 % hombres) e Ingeniería en Biotecnología (70,27 % mujeres) que concentran de manera predecible la mayor parte de sus proyectos en sus áreas disciplinares núcleo (Infraestructura y Procesos Biológicos, respectivamente).

Por otro lado, el análisis del programa de Ingeniería Industrial (n = 55) ofrece un escenario metodológico particular al presentar una matrícula paritaria (50,91 % mujeres y 49,09 % hombres). Al aplicar la prueba Chi-cuadrado sobre las especializaciones terminales de este grupo, se confirmó que la segregación horizontal resurge de forma significativa incluso cuando no existe un sesgo de ingreso ($\chi^2(2) = 8{,}914$; $p = 0{,}0116$; $V = 0{,}403$). Este resultado demuestra que el fenómeno de segregación no solo ocurre entre diferentes ingenierías, sino también dentro de un mismo programa multidisciplinario.

D. Rendimiento Académico en Investigación Formativa

El análisis descriptivo de las calificaciones finales de evaluación (N_2), correspondientes a las actas de la asignatura Taller de Grado 2 (2021–2026), evidencia un nivel de desempeño académico sobresaliente en el conjunto de las cuatro carreras. El promedio general consolidado alcanzó los 87,96/100 puntos sobre la totalidad de la muestra censal (N = 140).

Como se sintetiza en la TABLA III, los estudiantes de Ingeniería en Biotecnología registraron el rendimiento promedio más alto con 93,84/100 (n = 37). Por su parte, Ingeniería Mecatrónica presentó una media de 87,00/100 (n = 5), seguida de Ingeniería Civil con 86,00/100 (n = 43) e Ingeniería Industrial con 85,00/100 (n = 55).

TABLA III
RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA MATERIA TERMINAL (TALLER DE GRADO 2) POR CARRERA (2021–2026)

Carrera	Estudiantes evaluado (n)	Nota promedio (N_2)	Rendimiento
Ingeniería en Biotecnología	37	93,84 / 100	Sobresaliente
Ingeniería Industrial	55	85,00 / 100	Notable
Ingeniería Civil	43	86,00 / 100	Notable
Ingeniería Mecatrónica	5	87,00 / 100	Notable
PROMEDIO GLOBAL PONDERADO	140	87,96 / 100	Sobresaliente

En la evaluación según las áreas temáticas, se observa que los proyectos vinculados a Procesos Biológicos y Salud (Categoría A) y Gestión Ambiental y Sostenibilidad (Categoría B) alcanzaron las medias de rendimiento más elevadas, coincidiendo con la alta concentración de investigadoras en dichas líneas. En contraste, las investigaciones orientadas a Operaciones, Mantenimiento e Infraestructura (Categorías C, D y E) mantuvieron un desempeño promedio homogéneo entre los 85,00 y 87,00 puntos.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A. Discusión

Los hallazgos del presente estudio demuestran que, si bien la participación global de hombres y mujeres en el universo censal analizado (N = 140) refleja una paridad efectiva (46,43 % hombres y 53,57 % mujeres), existe una segregación horizontal de género estadísticamente significativa en la elección de las temáticas de investigación ($\chi^2 = 18{,}412$; $p = 0{,}001$; $V = 0{,}363$). Este resultado evidencia que la equidad en el acceso a la educación superior en ingeniería no erradica de forma automática los patrones tradicionales de especialización científica, lo cual concuerda con lo documentado en la literatura respecto a la persistencia de la segregación horizontal a pesar de los avances en la paridad general [8].

Al profundizar en los patrones de elección de las graduandas, la pronunciada concentración femenina en las categorías de Gestión Ambiental (80,77 %) y Seguridad, Inocuidad y Calidad (66,67 %) se alinea con investigaciones que explican cómo las mujeres en STEM tienden a orientar sus decisiones académicas hacia disciplinas percibidas con un impacto socio ambiental directo y vinculadas al bienestar colectivo [19]. Asimismo, la convergencia entre la equidad de género y la agenda de desarrollo sostenible posiciona a estas áreas como espacios de alta afinidad vocacional femenina [19], lo que confirma que esta concentración responde a motivación socioambiental y no a divergencias en capacidad técnica.

Por otro lado, la marcada concentración masculina en Infraestructura y Automatización (61,36 %) y Operaciones y Procesos (54,05 %) ratifica la vigencia de la dominancia masculina en la "ingeniería técnica dura" (hard engineering). La literatura demuestra que la cultura tradicional de la ingeniería perpetúa la masculinización de los roles vinculados a planta industrial, automatización y procesos pesados [20], sustentada en estereotipos de género arraigados sobre el manejo de tecnología compleja desde etapas formativas tempranas [21].

Un aporte fundamental del estudio radica en el análisis intracarrera en Ingeniería Industrial, donde a pesar de registrar una matrícula paritaria (50,91 % mujeres y 49,09 % hombres), la segregación de género resurge de manera estadísticamente significativa en las subdisciplinas terminales ($\chi^2 = 8{,}914$; $p = 0{,}0116$; $V = 0{,}403$). Este hallazgo confirma que la segregación horizontal es dinámica: al alcanzarse la paridad en el ingreso general, la brecha de género se desplaza hacia la elección de subcampos de especialización y líneas de investigación [22, 23]. Este patrón demuestra que las decisiones terminales continúan condicionadas por expectativas del mercado laboral y socialización previa [24], evidenciando que la equidad en la matrícula no garantiza la neutralidad temática en los productos de titulación.

En lo que respecta al rendimiento académico en la asignatura terminal Taller de Grado 2 (N_2), el promedio global alcanzado de 87,96/100 evidencia un desempeño sobresaliente en la investigación formativa, lo cual concuerda con la evidencia metaanalítica que señala un alto nivel de logro académico de las estudiantes en carreras de STEM [25]. Asimismo, la ventaja marcada en el rendimiento académico de Ingeniería en Biotecnología (93,84/100), carrera que registra la mayor concentración femenina (70,27 %) y coincide con hallazgos que documentan un desempeño significativamente superior de las mujeres en evaluaciones continuas y asignaciones académicas de mayor carga de trabajo e investigación formativa [26], así como en proyectos orientados hacia el servicio y el desarrollo humanitario [27]. Por otro lado, la relativa homogeneidad observada en los promedios de las carreras con mayor participación masculina (85,00 a 87,00 puntos) concuerda con la literatura sobre evaluaciones finales de titulación (capstone projects), en las cuales no se registran diferencias estadísticamente significativas por género al momento de la graduación [27, 28]. Estos resultados confirman que la segregación horizontal identificada en la facultad no compromete el desempeño académico final de las investigadoras, demostrando una sólida competencia técnica independientemente del área de especialización elegida.

B. Conclusiones

El presente estudio aporta evidencia empírica rigurosa sobre la dinámica de género en la formación terminal de ingeniería en el contexto universitario analizado (2021–2026), demostrando que el logro de una paridad cuantitativa global en el universo estudiantil no equivale a la erradicación de las brechas de género en la especialización científica y tecnológica.

En primer lugar, se concluye que existe una segregación horizontal de género estadísticamente significativa en la

elección de temáticas de titulación (χ^2 = 18,412; p = 0,001; V = 0,363). Mientras las mujeres registran una marcada concentración en líneas vinculadas al impacto socio ambiental, sostenibilidad y calidad (hasta 80,77 % en Gestión Ambiental), los hombres continúan liderando las áreas de infraestructura, automatización y procesos industriales (hasta 61,36 %). Este patrón confirma la persistencia de sesgos vocacionales tradicionales hacia la denominada "ingeniería técnica dura".

En segundo lugar, el análisis intra-carrera desarrollado en Ingeniería Industrial (n = 55) constituye un hallazgo crítico al demostrar que la segregación de género es un fenómeno dinámico: aun cuando se alcance un ingreso paritario (50,91 % mujeres y 49,09 % hombres), la brecha de género resurge con fuerza significativa al momento de elegir las subdisciplinas terminales de investigación (χ^2 = 8,914; p = 0,0116; V = 0,403). Por consiguiente, la equidad en la matrícula inicial no garantiza la neutralidad temática en los productos académicos finales.

Finalmente, la evaluación del rendimiento académico en Taller de Grado 2 (promedio global de 87,96/100) demuestra un desempeño sobresaliente y uniforme en toda la facultad, destacando el liderazgo de Ingeniería en Biotecnología (93,84/100). Estos datos permiten concluir con certeza que la segregación horizontal identificada no responde a diferencias en la capacidad técnica ni en el rendimiento académico de las investigadoras, sino a motivaciones vocacionales y condicionamientos culturales preexistentes. Se recomienda a las instituciones de educación superior diseñar políticas de orientación académica y científica que promuevan una mayor diversidad temática e incentiven la incursión equitativa de mujeres y hombres en todas las líneas de la ingeniería.

Agradecimientos

Agradecemos a las carreras de Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Civil de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” por brindarnos la información necesaria para realizar este estudio.

Referencias

[1] A. M. Merca et al., "Examining the causes of underrepresentation of women in engineering courses in Iligan City and Cagayan de Oro City higher education institutions: Basis for GAD action plan," Int. J. Res. Innov. Soc. Sci., 2025.

[2] M. S. Carrillo Landazábal et al., "Analysis of inequality between men and women enrolled and graduated in engineering programs in the Colombian Caribbean Region," in Proc. 4th LACCEI Int. Multiconf. Entrepreneurship, Innov. Regional Dev. (LEIRD), 2024.

[3] B. C. F. de Castro et al., "Gender disparity in engineering courses in Brazil," IEEE Access, vol. 12, 2024.

[4] N. E. H. Betancur et al., "The gender gap in engineering programs in Colombia," Ing. Investig., vol. 41, 2021.

[5] S. González-Pérez et al., "I am done with this! Women dropping out of engineering majors," Front. Psychol., vol. 13, 2022.

[6] E. Blosser, "Gender segregation across engineering majors: How engineering professors understand women’s underrepresentation in undergraduate engineering," Eng. Stud., vol. 9, no. 3, pp. 208–227, 2017.

[7] 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. 3, Art. e09028, 2022.

[8] C. Barone, G. Assirelli, G. Abbiati, G. Argentin, and S. Dotti, "Gender segregation in higher education: An empirical test of seven explanations," High. Educ., vol. 77, no. 4, pp. 695–713, 2019.

[9] F. Ochsenfeld, "Preferences, constraints, and the process of sex segregation in college majors: A choice analysis," Soc. Sci. Res., vol. 56, 2016.

[10] L. Costa et al., "Women’s journey in STEM education in Brazil: A rapid review on engineering and computer science," IEEE Access, vol. 12, 2024.

[11] S. Merchán-Rubiano et al., "Analysis of gender-based violence as cause of the gap situation in engineering in Latin America," in Proc. WEEF-GEDC, 2023.

[12] I. Ken-Giami et al., "Establishing the relative importance of specific sustainability themes that influence women’s choice of engineering as a career using the analytical hierarchy process," Sustainability, vol. 14, 2022.

[13] J. Chen et al., "Gender differences in engineering students’ understanding of professional competences and career development in the transition from education to work," Int. J. Technol. Des. Educ., vol. 32, 2022.

[14] B. Combet, "Women’s aversion to majors that (seemingly) require systemizing skills causes gendered field of study choice," Eur. Sociol. Rev., vol. 39, 2023.

[15] T. Cardador et al., "Gendered elective track choice in engineering undergraduate education: Antecedents and career path implications," in ASEE Virtual Annu. Conf. Content Access Proc., 2024.

[16] M. E. Thompson et al., "Gender segregation and decision-making in undergraduate course-taking," Sociol. Sci., vol. 11, 2024.

[17] S. Giebel et al., "Signaled or suppressed? How gender informs women’s undergraduate applications in biology and engineering," Socius, vol. 8, 2022.

[18] M. Charles et al., "Equal but separate? A cross-national study of sex segregation in higher education," Am. Sociol. Rev., vol. 67, no. 4, 2002.

[19] E. Ortíz-Martínez, A. Lucena, and M. Ruiz, "La perspectiva de género en la agenda de desarrollo sostenible en la educación superior en ingeniería," Sustainability, vol. 15, no. 4, Art. 3210, 2023.

[20] A. Garr-Schultz and W. L. Gardner, "Masculine defaults in academic Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) fields," Psychol. Sci. Public Interest, vol. 24, no. 2, pp. 79–108, 2023.

[21] D. I. Miller, K. I. Nolla, A. H. Eagly, and D. H. Uttal, "The development of children's gender stereotypes about STEM and verbal abilities: A preregistered meta-analytic review of 98 studies," Psychol. Bull., vol. 150, no. 3, pp. 241–272, 2024.

[22] J. Sweeney, "The role of sub-discipline choice in women’s enrollment and success within Canadian undergraduate engineering programs," in Proc. CEEA, 2020.

[23] S. Cheryan, S. A. Ziegler, A. K. Montoya, and L. Jiang, "Why are some STEM fields more gender balanced than others?," Psychol. Bull., vol. 142, no. 10, pp. 1135–1163, 2016.

[24] R. O’Dea, M. Lagisz, R. E. Jennions, and S. Nakagawa, "Gender differences in individual variation in academic grades fail to fit expected patterns for STEM," Nat. Commun., vol. 9, no. 1, p. 3777, 2018.

[25] I. Orabi, "Gender differences in student academic performance and attitudes," in ASEE Annu. Conf. Expos. Proc., Honolulu, HI, 2007.

[26] T. Wilson, J. A. S. Lucena, and M. A. R. R. A. Munoz, "The effect of humanitarian engineering on female learning and confidence," in IEEE Front. Educ. Conf. (FIE) Proc., Uppsala, Sweden, 2020.

[27] P. Crowther, L. Kuys, and S. A. Rynhart, "Gender‐based differences in academic achievement in a university design program," Int. J. Art Des. Educ., vol. 41, no. 1, pp. 142–156, 2022.

[28] G. Norval, J. A. W. Elliott, and S. C. A. M. De Jong, "Gender differentials on academic performance and lifelong learning attribute in chemical engineering," J. Chem. Educ., vol. 98, no. 12, pp. 3855–3862, 2021.