

Technology, Gender, and Engineering Education: Gaps, Stereotypes, and Challenges for Inclusive Training

Ana Bustamante-Mora¹ ; Jaime Díaz-Arancibia² ; Mirna Brauning-Wistuba³ 

^{1,2}First and second Author's Universidad de La Frontera, Chile, ana.bustamante@ufrontera.cl, jaimeignacio.diaz@ufrontera.cl

³Third Author's Universidad de Los Lagos, Chile, mbrauning@ulagos.cl

Resumen— Despite sustained efforts to expand access to engineering education, women and other underrepresented groups continue to face persistent barriers throughout their educational trajectories. These challenges are not only rooted in social and cultural stereotypes but are increasingly shaped by the ways technology is designed, implemented, and used within engineering education. This full paper examines the intersections of technology, gender, and engineering education, analyzing how gender stereotypes and structural biases influence participation, retention, and leadership opportunities in engineering programs. Drawing on international literature and educational frameworks, the paper explores how technological environments such as programming education, digital learning platforms, learning analytics, and emerging applications of artificial intelligence can both reproduce and mitigate gender-based inequalities. The study discusses how implicit biases embedded in pedagogical practices, evaluation systems, and technological tools may reinforce exclusion, while inclusive technological approaches offer opportunities to promote equity and diversity. In addition, the paper reviews educational experiences, institutional policies, and technology-supported models aimed at fostering inclusive learning environments in engineering education. Particular attention is given to the implications for curriculum design, student retention strategies, and the development of leadership pathways for women and diverse populations. The findings highlight the need to integrate a gender perspective into technology-enhanced engineering education, emphasizing that diversity and inclusion are not only ethical imperatives but also key drivers of educational quality and innovation.

Keywords— Engineering Education, Gender Equity, Diversity and Inclusion, Educational Technology, Women in Engineering.

I. INTRODUCCIÓN

La educación en ingeniería cumple un rol estratégico en el desarrollo científico, tecnológico y productivo de las sociedades contemporáneas, particularmente en un contexto marcado por la digitalización y la creciente incorporación de tecnologías en los procesos formativos. Desde una perspectiva internacional, la ingeniería es reconocida como un pilar fundamental para el desarrollo sostenible y la innovación, lo que plantea importantes desafíos para las instituciones de educación superior en términos de calidad formativa, pertinencia social y equidad [1]. En este escenario, las universidades deben formar profesionales con sólidas competencias técnicas y, al mismo tiempo, promover entornos educativos equitativos e inclusivos. No obstante, diversos estudios evidencian que persisten brechas significativas en la participación de mujeres y otros grupos subrepresentados en carreras de ingeniería, especialmente en áreas intensivas en tecnología.

Informes internacionales muestran que estas brechas se mantienen a lo largo de la trayectoria educativa y profesional, afectando el acceso, la permanencia y las oportunidades de desarrollo en campos como la informática, la ingeniería y la inteligencia artificial [2]. Estas desigualdades no responden únicamente a factores individuales, sino que están asociadas a estructuras institucionales, culturales y educativas profundamente arraigadas.

La creciente incorporación de tecnologías digitales en la educación en ingeniería, como plataformas de aprendizaje virtual, sistemas de evaluación automatizados y herramientas de apoyo a la docencia, ha sido promovida como una vía para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos formativos. Sin embargo, la literatura advierte que estas tecnologías no son neutras y pueden reproducir sesgos existentes cuando su diseño e implementación no consideran la diversidad de trayectorias y experiencias del estudiantado [3]. En este sentido, los entornos tecnológicos pueden convertirse tanto en un factor de exclusión como en una oportunidad para avanzar hacia prácticas educativas más inclusivas.

Asimismo, los estereotipos de género continúan influyendo en la educación en ingeniería, afectando las expectativas sobre habilidades, roles y capacidades asociadas a mujeres y hombres. Investigaciones sobre liderazgo y género han demostrado que las mujeres que acceden a espacios tradicionalmente masculinizados suelen enfrentar evaluaciones sesgadas y una menor legitimación de su rol, lo que incide en su permanencia y proyección académica y profesional [4]. Estas dinámicas también se reproducen en contextos educativos mediados por tecnología cuando no se cuestionan críticamente los modelos pedagógicos predominantes.

En este contexto, resulta fundamental analizar las intersecciones entre tecnología, género y educación en ingeniería, identificando tanto los riesgos asociados a la reproducción de desigualdades como las oportunidades que ofrecen las tecnologías educativas para promover una formación más equitativa, diversa e inclusiva. Este artículo aborda dichas intersecciones con el propósito de contribuir a la reflexión académica y al fortalecimiento de prácticas educativas orientadas a la inclusión en la formación en ingeniería. Este trabajo se posiciona como una revisión conceptual orientada a la integración de marcos teóricos, más que como un estudio empírico, con el objetivo de aportar una base analítica para futuras investigaciones aplicadas.

II. CONCEPTOS CLAVE

A. Brechas de género en la educación en ingeniería

Las brechas de género en la educación en ingeniería se refieren a desigualdades persistentes en el acceso, la permanencia, el desempeño y la proyección académica y profesional de mujeres y otros grupos subrepresentados en carreras de ingeniería. Estas brechas no se explican únicamente por diferencias individuales, sino por la interacción de factores estructurales, culturales y educativos que influyen a lo largo de las trayectorias formativas, incluyendo estereotipos de género, prácticas pedagógicas y contextos institucionales [16], [2], [13].

B. Estereotipos de género y cultura disciplinar

Los estereotipos de género corresponden a creencias socialmente construidas sobre habilidades, roles y comportamientos esperados de mujeres y hombres. En el contexto de la ingeniería, estos estereotipos se integran a la cultura disciplinar, reforzando la asociación entre competencia técnica, liderazgo y masculinización del conocimiento. Esta cultura influye en la experiencia educativa, en el sentido de pertenencia y en las oportunidades de reconocimiento académico y profesional, condicionando las trayectorias formativas y laborales en disciplinas tradicionalmente masculinizadas [4], [15], [21].

C. Tecnología educativa como mediador sociotécnico

La tecnología educativa puede entenderse como un mediador sociotécnico que configura las prácticas de enseñanza y aprendizaje, más allá de su función instrumental. Su diseño e implementación incorporan supuestos pedagógicos, culturales y sociales que pueden contribuir tanto a la reproducción como a la reducción de desigualdades. En la educación en ingeniería, este carácter mediador resulta especialmente relevante debido al uso intensivo de plataformas digitales, sistemas de evaluación automatizados y herramientas basadas en datos, cuyo impacto depende de las decisiones pedagógicas e institucionales que acompañan su adopción [5], [22], [23].

III. ESTADO DEL ARTE Y MARCO CONCEPTUAL

La investigación en educación en ingeniería ha documentado de forma consistente la persistencia de brechas de género en el acceso, la permanencia y la progresión académica, particularmente en áreas asociadas a la tecnología y la computación. A nivel global, informes recientes indican que, si bien la participación de mujeres en educación superior ha aumentado, su representación en carreras de ingeniería y tecnologías de la información continúa siendo significativamente menor, especialmente en disciplinas altamente tecnológicas [2]. Esta subrepresentación no solo se manifiesta en el ingreso a las carreras, sino también en mayores tasas de deserción y menores oportunidades de desarrollo académico y profesional.

Desde una perspectiva estructural, diversos estudios señalan que estas brechas se explican por la interacción de

factores culturales, institucionales y pedagógicos. Entre ellos destacan los estereotipos de género asociados a las habilidades técnicas y al liderazgo, los cuales influyen tempranamente en las decisiones vocacionales y se refuerzan a lo largo de la trayectoria educativa. Investigaciones clásicas sobre género y liderazgo han demostrado que las mujeres que acceden a espacios tradicionalmente masculinizados enfrentan expectativas diferenciadas y evaluaciones sesgadas, lo que afecta su sentido de pertenencia y su proyección académica y profesional en contextos de ingeniería [4].

La literatura sobre educación STEM también ha evidenciado que la cultura de las disciplinas influye de manera decisiva en la distribución de género. Estudios comparativos muestran que algunos campos tecnológicos resultan más excluyentes que otros debido a entornos educativos poco inclusivos, modelos de rol limitados y prácticas pedagógicas que refuerzan estereotipos, lo que contribuye a la reproducción de desigualdades de género en carreras de ingeniería [7].

En esta línea, investigaciones recientes en informática han destacado cómo la falta de referentes femeninos y la cultura competitiva influyen negativamente en la participación y permanencia de mujeres en estos programas [8].

En los últimos años, la incorporación de tecnologías digitales en la educación en ingeniería ha cobrado especial relevancia. Plataformas de aprendizaje virtual, sistemas de evaluación automatizados y herramientas de analítica de aprendizaje se han integrado progresivamente con el objetivo de mejorar la calidad educativa y optimizar los procesos formativos. No obstante, organismos internacionales advierten que la brecha digital de género persiste y puede ampliarse si las políticas educativas y tecnológicas no consideran la diversidad de contextos y trayectorias del estudiantado [5]. En este sentido, la tecnología puede actuar tanto como un factor habilitador como un amplificador de desigualdades existentes.

Desde el ámbito de la política científica y educativa, se ha enfatizado la necesidad de integrar la perspectiva de género en la ciencia, la tecnología y la innovación, destacando que las desigualdades observadas en la educación en ingeniería responden a factores estructurales que deben abordarse de manera sistémica [3]. Asimismo, la ingeniería es reconocida como un pilar fundamental para el desarrollo sostenible, lo que refuerza la importancia de promover una formación inclusiva que incorpore la diversidad como un componente central de la calidad educativa y la innovación tecnológica [1].

De manera complementaria, los informes sobre educación y género subrayan que avanzar hacia la equidad en ingeniería requiere transformar tanto los currículos como las prácticas pedagógicas y los entornos institucionales [6].

En síntesis, el estado del arte evidencia que las brechas de género en la educación en ingeniería no pueden comprenderse ni abordarse de forma aislada. Por el contrario, requieren un enfoque integrado que considere los estereotipos culturales, las dinámicas institucionales y el diseño de los entornos tecnológicos. Comprender estas interrelaciones resulta fundamental para avanzar hacia modelos de formación en

ingeniería más equitativos, inclusivos y alineados con los desafíos contemporáneos de la educación superior y el desarrollo tecnológico.

IV. METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo de carácter descriptivo y analítico, orientado a examinar las intersecciones entre tecnología, género y educación en ingeniería, a partir de la revisión y análisis sistemático de literatura académica y documentos institucionales.

La metodología se estructura en tres etapas complementarias. En una primera etapa, se realizó una revisión científica de 15 artículos y reportes internacionales relevantes en ámbitos de educación en ingeniería, género en STEM y tecnología educativa. La revisión se desarrolló siguiendo principios de análisis de literatura, considerando criterios de pertinencia temática, relevancia académica y actualidad de las fuentes [10]. Las fuentes incluyeron artículos académicos y documentos de organismos internacionales, priorizando aquellos que abordan la participación de mujeres y grupos subrepresentados en contextos educativos y tecnológicos [2], [3], [5].

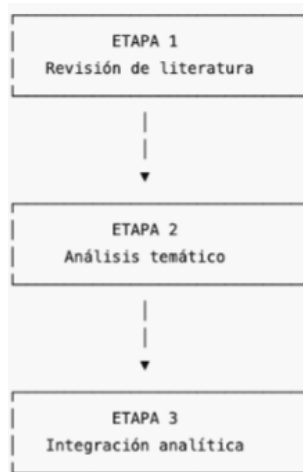


Fig. 1 Metodología aplicada al estudio

En una segunda etapa, se llevó a cabo un análisis temático de los documentos seleccionados, con el objetivo de identificar patrones, categorías y relaciones conceptuales vinculadas a estereotipos de género, prácticas pedagógicas, diseño curricular y uso de tecnologías en la educación en ingeniería. El análisis temático se utilizó como técnica para organizar e interpretar los datos cualitativos, permitiendo identificar regularidades y tensiones en la literatura revisada [11]. Las categorías emergentes fueron contrastadas con marcos conceptuales sobre género y liderazgo en contextos educativos y profesionales [4].

Finalmente, en una tercera etapa, se desarrolló una integración analítica de los hallazgos, articulando los resultados del análisis documental con marcos internacionales de ciencia, tecnología e innovación con perspectiva de género. Esta

integración permitió reflexionar sobre las implicancias de los resultados para el diseño curricular, la incorporación de tecnologías educativas y el fortalecimiento de prácticas pedagógicas inclusivas en la educación en ingeniería [6].

A partir de este proceso, se identificaron lineamientos conceptuales orientados a apoyar el desarrollo de prácticas educativas más inclusivas en contextos de formación en ingeniería. Si bien el presente estudio se enmarca en una revisión conceptual de carácter cualitativo, se adoptaron criterios explícitos para la selección de fuentes, priorizando documentos de organismos internacionales reconocidos (UNESCO, OECD, WEF) y literatura académica indexada, considerando su pertinencia temática, actualidad y relevancia en el ámbito de la educación en ingeniería, género y tecnología. Asimismo, el análisis temático se desarrolló de manera sistemática mediante la identificación, codificación y agrupación de categorías emergentes, permitiendo estructurar la interpretación de los hallazgos de forma consistente.

Por último, si bien algunos de los estudios considerados poseen una antigüedad superior a diez años, fueron incluidos por su carácter fundacional en el desarrollo de marcos conceptuales sobre género y liderazgo, ampliamente utilizados en la literatura contemporánea.

V. RESULTADOS

A. Etapa 1: Revisión Documental

En la primera etapa, la revisión documental consideró quince documentos clave, incluyendo informes de organismos internacionales, literatura especializada en educación en ingeniería y estudios sobre género, tecnología y educación STEM, a continuación con el listado con su respectiva referencia:

- 1.- UNESCO. *Engineering for Sustainable Development* (2021). [1]
- 2.- UNESCO. *Measuring Gender Equality in Science and Engineering: The SAGA Toolkit* (2017). [3]
- 3.- UNESCO. *Education Monitoring Report 2020: Gender Report* (2020). [6]
- 4.- UNESCO. *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in STEM* (2017). [16]
- 5.- UNESCO. *UNESCO Science Report 2021: Towards 2030 Gender Chapter* (2021). [17]
- 6.- WORLD ECONOMIC FORUM. *Global Gender Gap Report 2023* (2023). [2]
- 7.- OECD. *Bridging the Digital Gender Divide: Include, Upskill, Innovate* (2018). [5]
- 8.- OECD. *Education at a Glance 2022* (2022). [12]
- 9.- EUROPEAN COMMISSION. *She Figures 2021* (2021). [13]
- 10.- ONU Mujeres - UNESCO. *Women in STEM* (2020). [14]
- 11.- Eagly, A. H., y Karau, S. J. *Role congruity theory of prejudice toward female leaders* (2002). [4]
- 12.- Heilman, M. E. *Gender stereotypes and workplace bias* (2012). [15]

- 13.- Cheryan, S., et al. *Why are some STEM fields more gender balanced than others?* (2017). [7]
- 14.- Diekman, A. B., et al. *Seeking congruity between goals and roles* (2010). [18]
- 15.- Litzler, E., Samuelson, C., y Lorah, J. *Breaking it down: Engineering student STEM confidence* (2014). [19]

B. Etapa2: Análisis Temático

La segunda etapa del estudio correspondió al análisis temático de los quince documentos seleccionados en la revisión documental. El objetivo de esta etapa fue organizar y sintetizar los aportes de la literatura mediante la identificación de categorías analíticas recurrentes, permitiendo estructurar el análisis sin pretender exhaustividad ni validación empírica. Este proceso se orientó a reconocer patrones conceptuales y delimitar ejes de discusión relevantes para la educación en ingeniería con enfoque de género y tecnología.

A partir de la lectura y comparación de los documentos, se identificaron tanto categorías temáticas principales como subcategorías asociadas. Cabe señalar que algunos documentos abordan más de una dimensión; sin embargo, para efectos analíticos, fueron clasificados en la categoría donde su contribución resulta más significativa.

- **Categoría 1. Políticas internacionales y marcos institucionales sobre género y STEM:** Esta categoría agrupa documentos que establecen marcos normativos, diagnósticos globales y lineamientos de política pública en torno a la igualdad de género en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Estos textos ofrecen una visión macro del problema, sustentada en datos comparativos internacionales y orientaciones estratégicas para los sistemas educativos y científicos. Los documentos incluidos fueron 6:

- 1- UNESCO. *Engineering for Sustainable Development* (2021).
- 2- UNESCO. *Measuring Gender Equality in Science and Engineering: The SAGA Toolkit* (2017).
- 3- UNESCO. *Global Education Monitoring Report 2020: Gender Report* (2020).
- 4- UNESCO. *UNESCO Science Report 2021: Gender Chapter* (2021).
- 5- WORLD ECONOMIC FORUM. *Global Gender Gap Report 2023* (2023) y por último, 6- European Commission. *She Figures 2021* (2021).

- **Categoría 2. Brechas de género en educación STEM y trayectorias educativas:** Esta categoría reúne estudios que analizan la participación, permanencia y proyección de mujeres en STEM, con énfasis en los factores que influyen en las trayectorias educativas. Los documentos incluidos fueron 4:

- 1- UNESCO. *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in STEM* (2017).
- 2- ONU Mujeres y UNESCO. *Women in STEM* (2020).
- 3- OECD. *Education at a Glance 2022* (2022) y por último
- 4- Litzler, Samuelson y Lorah. *Engineering student STEM confidence* (2014).

- **Categoría 3. Estereotipos de género, roles y liderazgo:** En esta categoría se agrupan los trabajos que abordan los estereotipos de género y su impacto en la percepción de habilidades, roles profesionales y liderazgo. Los documentos incluidos fueron 3:

- 1- Eagly y Karau. *Role congruity theory of prejudice toward female leaders* (2002).
- 2- Heilman. *Gender stereotypes and workplace bias* (2012) y por último, 3- Diekman et al. *Seeking congruity between goals and roles* (2010).

- **Categoría 4. Tecnología, brecha digital y contextos educativos:** Esta categoría comprende documentos que analizan el rol de la tecnología en los procesos educativos y su relación con la desigualdad de género. Los documentos incluidos fueron 2:

- 1- OECD. *Bridging the Digital Gender Divide: Include, Upskill, Innovate* (2018).
- 2- Cheryan et al. *Why are some STEM fields more gender balanced than others* (2017).



Fig. 2 Artículos y documentos seleccionados por categoría clave.

Como síntesis de la Etapa 2, se puede indicar que el análisis temático permitió organizar los documentos revisados en cuatro categorías que reflejan los principales enfoques presentes en la literatura. Estas categorías evidencian que las brechas de género en la educación en ingeniería son un fenómeno multidimensional, donde confluyen políticas institucionales, trayectorias educativas, estereotipos culturales y el uso de tecnologías en contextos formativos. La agrupación obtenida sirvió como base para la integración analítica desarrollada en la Etapa 3, orientada a articular estos ejes en una reflexión conceptual coherente.

A diferencia de las etapas anteriores centradas en la síntesis de la literatura, esta etapa incorpora una interpretación analítica de los hallazgos, articulando los aportes revisados con marcos conceptuales complementarios.

C. Etapa3: Análisis de Resultados e integración analítica

Esta tercera etapa realiza la integración analítica de los hallazgos. La tercera etapa del estudio correspondió a una integración analítica de las categorías identificadas en el

análisis temático, con el propósito de profundizar la interpretación de los hallazgos a la luz de literatura complementaria en educación, género y tecnología. Esta etapa se orientó a enriquecer el análisis conceptual, sin introducir validaciones empíricas ni modificar el alcance metodológico previamente definido.

Desde una perspectiva sistémica, la integración de los resultados permite comprender que las brechas de género en la educación en ingeniería responden a dinámicas estructurales que trascienden el ámbito educativo y se vinculan con configuraciones históricas y culturales de la ciencia y la tecnología. Diversos estudios han señalado que los sistemas educativos tienden a reproducir desigualdades sociales preexistentes cuando no se incorporan enfoques críticos e inclusivos en el diseño curricular y en las prácticas pedagógicas [20]. En Este sentido, la educación en ingeniería se configura como un espacio clave donde se negocian y refuerzan significados asociados al mérito, la competencia y la excelencia técnica.

La integración analítica también permite situar los estereotipos de género identificados en las etapas previas dentro de marcos más amplios de socialización profesional. Investigaciones en estudios de ciencia y tecnología han demostrado que la cultura disciplinar de la ingeniería y de las áreas tecnológicas tiende a privilegiar valores y prácticas tradicionalmente asociadas a lo masculino, lo que incide en la exclusión simbólica de mujeres y otros grupos subrepresentados [21]. Estas dinámicas no solo afectan el acceso a la formación, sino también la permanencia y el reconocimiento académico y profesional.

En relación con el uso de tecnología en la educación en ingeniería, la literatura complementaria enfatiza que los entornos digitales no son neutrales, sino que incorporan supuestos implícitos sobre los sujetos que los utilizan. Estudios críticos sobre tecnología educativa advierten que las plataformas digitales y los sistemas de evaluación automatizados pueden reforzar lógicas de control y estandarización que invisibilizan la diversidad de trayectorias y experiencias del estudiantado [22]. Esta perspectiva refuerza la necesidad de analizar la tecnología no solo como herramienta, sino como un componente sociotécnico que interactúa con prácticas pedagógicas y contextos institucionales.

Asimismo, enfoques recientes sobre justicia y equidad en datos y tecnología aportan elementos relevantes para la integración analítica desarrollada. Estos estudios plantean que los sistemas tecnológicos reproducen relaciones de poder cuando se diseñan sin considerar explícitamente dimensiones de género y diversidad, lo que resulta especialmente pertinente en contextos educativos mediados por tecnología [23].

Incorporar estas miradas permite ampliar la comprensión del rol de la tecnología en la educación en ingeniería, vinculando los hallazgos del estudio con debates contemporáneos sobre ética, inclusión y justicia social.

En síntesis, la integración analítica enriquecida con literatura complementaria refuerza la idea de que las brechas de

género en la educación en ingeniería deben abordarse desde una mirada multidimensional y crítica. La articulación entre políticas institucionales, trayectorias educativas, estereotipos culturales y tecnologías educativas configura un entramado complejo que requiere intervenciones integradas y reflexivas.

Esta etapa aporta un marco interpretativo que fortalece la discusión y prepara el terreno para las conclusiones del estudio.

D. Etapa4: Implicancias y lineamientos derivados del análisis

A partir de la integración analítica desarrollada en la etapa anterior, es posible identificar un conjunto de implicancias relevantes para el diseño de políticas institucionales y modelos educativos en la formación en ingeniería. Estas orientaciones no constituyen propuestas normativas ni modelos cerrados, sino lineamientos conceptuales derivados del análisis de la literatura revisada.

En primer lugar, los hallazgos del estudio refuerzan la necesidad de incorporar de manera explícita una perspectiva de género en el diseño curricular de las carreras de ingeniería. Esto implica revisar no solo los contenidos formativos, sino también las prácticas pedagógicas, los mecanismos de evaluación y los criterios de reconocimiento académico, con el fin de evitar la reproducción de estereotipos y desigualdades estructurales presentes en la cultura disciplinar.

En segundo término, la evidencia analizada sugiere que las políticas institucionales orientadas a la equidad de género deben articularse con estrategias pedagógicas concretas y sostenidas en el tiempo. La sola existencia de lineamientos o compromisos formales resulta insuficiente si no se traduce en transformaciones efectivas de los entornos de aprendizaje y en el acompañamiento de las trayectorias estudiantiles.



Fig. 3 Esquema nube de palabras que sintetiza la analítica

Asimismo, el estudio pone de relieve la importancia de abordar el uso de tecnologías educativas desde una perspectiva crítica e inclusiva. Las tecnologías utilizadas en la educación en ingeniería deben ser concebidas como componentes sociotécnicos, cuyo diseño e implementación consideren la

diversidad de experiencias, contextos y trayectorias del estudiantado. En este sentido, resulta fundamental que las decisiones tecnológicas se alineen con principios de equidad, transparencia y justicia educativa. Los documentos seleccionados combinan tanto literatura reciente como estudios clásicos, permitiendo equilibrar el análisis entre tendencias actuales y fundamentos teóricos consolidados.

Finalmente, estas orientaciones abren la posibilidad de avanzar hacia modelos formativos en ingeniería que integren de manera coherente políticas institucionales, prácticas pedagógicas inclusivas y un uso reflexivo de la tecnología. Este enfoque permite contribuir al fortalecimiento de entornos educativos más equitativos, sin perder de vista las exigencias académicas y técnicas propias de la formación en ingeniería. De manera complementaria, estos lineamientos pueden traducirse en acciones concretas tales como la incorporación de indicadores de equidad de género en la evaluación curricular, el diseño de entornos de aprendizaje inclusivos basados en tecnología y la implementación de estrategias de acompañamiento académico para estudiantes en riesgo de deserción.

El esquema de nube sintetiza la integración analítica desarrollada en la Etapa 3, mostrando los conceptos clave entre la interacción entre educación en ingeniería, género y tecnología como ejes interdependientes. Desde este análisis emergen orientaciones conceptuales que informan el diseño de políticas institucionales y modelos educativos inclusivos, sin constituir propuestas normativas ni modelos empíricos.

D. Etapa5: Contexto nacional: género, tecnología y educación en ingeniería en Chile

En el contexto chileno, las brechas de género en la educación en ingeniería se manifiestan de manera consistente con las tendencias observadas a nivel internacional, especialmente en áreas intensivas en tecnología. Diversos diagnósticos y políticas públicas han reconocido la subrepresentación de mujeres en carreras de ingeniería y tecnología, así como la persistencia de estereotipos de género que influyen en las trayectorias educativas y profesionales [24],[13].

Durante la última década, Chile ha avanzado en el diseño de políticas orientadas a promover la equidad de género en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación, destacando iniciativas impulsadas por el Ministerio de Ciencia y la incorporación progresiva de lineamientos de género en programas de financiamiento y formación académica [25].

Asimismo, se han desarrollado iniciativas de vinculación y visibilización, como redes y programas orientados a mujeres en computación e ingeniería, entre ellas ChileWIC y programas de formación temprana en tecnología para niñas y jóvenes, que buscan incidir en las trayectorias educativas desde etapas iniciales [26],[27].

No obstante, la literatura y los diagnósticos institucionales coinciden en que estos esfuerzos se presentan de manera fragmentada y con una articulación limitada con los procesos

curriculares y las prácticas pedagógicas en la educación superior. En paralelo, la incorporación acelerada de tecnologías educativas en las universidades chilenas ha tendido a desarrollarse sin una perspectiva explícita de género, lo que puede contribuir a la reproducción de desigualdades preexistentes en los entornos formativos [5]. Este escenario refuerza la pertinencia de enfoques integrados que articulen políticas institucionales, prácticas educativas inclusivas y un uso crítico de la tecnología en la formación en ingeniería.

CONCLUSIONES

El presente estudio abordó la relación entre tecnología, género y educación en ingeniería desde una perspectiva cualitativa y conceptual, estructurada en tres etapas metodológicas complementarias. A partir de una revisión documental, un análisis temático y una integración analítica, se buscó comprender cómo las brechas de género en la formación en ingeniería se configuran y reproducen en contextos educativos mediados por tecnología. Si bien el segmento analizado se compone de un número acotado de documentos y artículos, estos fueron seleccionados por su alta relevancia académica, reconocimiento internacional y vigencia, representando de manera adecuada las principales tendencias actuales en el estudio de género, tecnología y educación en ingeniería.

Esta selección permitió contar con un conjunto de fuentes suficientemente robusto para identificar patrones, enfoques y problemáticas recurrentes, aportando información válida y significativa para el análisis desarrollado.

Los resultados del análisis evidencian que las brechas de género en la educación en ingeniería persisten pese a los avances normativos y a la creciente incorporación de tecnologías en los procesos formativos. La literatura revisada coincide en señalar que estas brechas no responden a un único factor, sino a la interacción de dimensiones institucionales, culturales y educativas que influyen en las trayectorias académicas de mujeres y otros grupos subrepresentados. En este sentido, los marcos internacionales y los estudios académicos analizados muestran que las políticas de equidad resultan insuficientes cuando no se traducen en transformaciones efectivas de las prácticas educativas y de los entornos de aprendizaje.

Asimismo, el estudio pone de relieve el rol central de los estereotipos de género en la configuración de experiencias educativas en ingeniería. Las expectativas asociadas a habilidades técnicas, liderazgo y roles profesionales continúan condicionando la participación y permanencia de mujeres en disciplinas tradicionalmente masculinizadas. Estas dinámicas se reproducen tanto en interacciones presenciales como en entornos educativos mediados por tecnología, reforzando la necesidad de abordarlas de manera explícita en el diseño curricular y en las estrategias pedagógicas.

En relación con la tecnología, el análisis integrado permite concluir que su incorporación en la educación en ingeniería constituye un elemento mediador con un potencial ambivalente.

Por una parte, las tecnologías educativas pueden facilitar el acceso, flexibilizar los procesos formativos y ampliar oportunidades de aprendizaje. Por otra, cuando se implementan sin una perspectiva de género y sin considerar la diversidad de trayectorias del estudiantado, pueden reforzar y amplificar desigualdades preexistentes. Este hallazgo refuerza la necesidad de concebir la tecnología como un componente sociotécnico que interactúa con prácticas pedagógicas, culturas institucionales y marcos de política educativa.

En síntesis, el estudio destaca la necesidad de avanzar hacia enfoques integrados que articulen tecnología, género y educación en ingeniería de manera consciente y crítica. La contribución principal de este trabajo radica en ofrecer una sistematización conceptual que permite comprender la complejidad del fenómeno y orientar futuras investigaciones y prácticas educativas. Si bien los resultados no pretenden establecer conclusiones generalizables ni validar modelos empíricos, sí aportan una base analítica sólida para reflexionar sobre el diseño de entornos formativos más equitativos, inclusivos y sensibles a la diversidad en la educación en ingeniería.

Por último, indicar que el contexto nacional chileno sí existen políticas, diagnósticos y programas relacionados con género, tecnología y educación en ingeniería. Sin embargo, estos esfuerzos se presentan de manera fragmentada y con una débil articulación entre políticas públicas, instituciones de educación superior y prácticas pedagógicas concretas.

A. Trabajo futuro

Como proyección, se plantea la necesidad de desarrollar estudios empíricos que permitan analizar cómo las brechas de género identificadas en la literatura se manifiestan en contextos específicos de educación en ingeniería. Asimismo, resulta relevante evaluar el impacto de estrategias pedagógicas e intervenciones apoyadas por tecnología que incorporen explícitamente una perspectiva de género. Finalmente, futuras investigaciones podrían profundizar en el análisis de tecnologías emergentes en la formación en ingeniería, con el fin de identificar oportunidades y riesgos asociados a la equidad y la inclusión.

B. Declaración de apoyo tecnológico

Para apoyar el proceso de redacción, organización y revisión del manuscrito, se utilizó una herramienta de inteligencia artificial como apoyo editorial y de asistencia lingüística. El contenido conceptual, el análisis y las decisiones académicas fueron definidos y validados por los autores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a todos los que participaron en este estudio, así como al Proyecto de Ingeniería 2030 ING2430004 de ANID, al Equipo INES Género I+D+i+e INGE230011 y a ANID + Vínculos Internacionales + FOVI240285.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO, *Engineering for Sustainable Development*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France, 2021.
- [2] World Economic Forum, *Global Gender Gap Report 2023*, World Economic Forum, Switzerland, 2023.
- [3] UNESCO, *Measuring Gender Equality in Science and Engineering: The SAGA Toolkit*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France, 2017.
- [4] A. H. Eagly and S. J. Karau, "Role congruity theory of prejudice toward female leaders," *Psychological Review*, vol. 109, no. 3, pp. 573–598, 2002.
- [5] OECD, *Bridging the Digital Gender Divide: Include, Upskill, Innovate*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France, 2018.
- [6] UNESCO, *Global Education Monitoring Report 2020: Gender Report*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France, 2020.
- [7] S. Cheryan, S. A. Ziegler, A. K. Montoya, and L. Jiang, "Why are some STEM fields more gender balanced than others?," *Psychological Bulletin*, vol. 143, no. 1, pp. 1–35, 2017.
- [8] J. Margolis and A. Fisher, *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2002.
- [9] J. W. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 4th ed., SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, USA, 2014.
- [10] K. Kitchenham et al., "Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering," Technical Report EBSE-2007-01, Keele University and Durham University, 2007.
- [11] V. Braun and V. Clarke, "Using thematic analysis in psychology," *Qualitative Research in Psychology*, vol. 3, no. 2, pp. 77–101, 2006.
- [12] OECD, *Education at a Glance 2022*, OECD Publishing, Paris, France, 2022.
- [13] European Commission, *She Figures 2021*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021.
- [14] UN Women and UNESCO, *Women in STEM*, UN Women and UNESCO, New York and Paris, 2020.
- [15] M. E. Heilman, "Gender stereotypes and workplace bias," *Research in Organizational Behavior*, vol. 32, pp. 113–135, 2012.
- [16] UNESCO, *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in STEM*, UNESCO Publishing, Paris, France, 2017.
- [17] UNESCO, *UNESCO Science Report 2021: Towards 2030 – Gender Chapter*, UNESCO Publishing, Paris, France, 2021.
- [18] A. B. Diekmann, E. R. Brown, A. M. Johnston, and E. K. Clark, "Seeking congruity between goals and roles," *Psychological Review*, vol. 117, no. 3, pp. 714–730, 2010.
- [19] E. Litzler, C. Samuelson, and J. Lorah, "Breaking it down: Engineering student STEM confidence," *Research in Higher Education*, vol. 55, no. 8, pp. 810–832, 2014.
- [20] S. Boud, *The Logic of Practice*, Stanford University Press, Stanford, CA, USA, 1990.
- [21] W. Faulkner, "Nuts and bolts and people: Gender-troubled engineering identities," *Social Studies of Science*, vol. 37, no. 3, pp. 331–356, 2007.
- [22] N. Selwyn, *Education and Technology: Key Issues and Debates*, Bloomsbury Academic, London, UK, 2011.
- [23] C. D'Ignazio and L. F. Klein, *Data Feminism*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2020.
- [24] Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, *Política Nacional de Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 2021.
- [25] Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, *Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 2020.
- [26] ChileWIC, *Chile Women in Computing*, ACM Chile, Santiago, Chile, 2023.
- [27] Technovation Girls Chile, *Programa Technovation Girls en Chile*, Technovation Global, Santiago, Chile, 2022.