

Characterization of the female student population in Engineering programs in Colombia: registration, admission, enrollment, and graduation

Emilcy Hernández-Leal, PhD(c)¹, Gloria Piedad Gasca-Hurtado, PhD¹, and Daniela Higueta Agudelo, undergraduate student¹

¹ Universidad de Medellín, Colombia, ejhernandez@udemedellin.edu.co, gpgasca@udemedellin.edu.co, dhigueta607@soyudemedellin.edu.co

Abstract – The gender gap in Engineering is a relevant global issue. Evidence of this relevance is the dedication to a sustainable development objective, motivating the generation of global strategies to reduce it. In STEM programs, specifically, this gap is even more critical. One of the difficulties encountered when trying to address this issue of the gender gap in areas such as Engineering is the definition of the baseline and the proposal of basic exploratory studies to define strategies for the inclusion of women in science and engineering. Studies characterizing the evolution and current state of the population of female students in engineering programs in Colombia can be an interesting starting point to address gender gap issues in this region of the world. Therefore, the objective of this work is to generate a baseline of the population of female students in terms of inscription, admission, enrollment, and graduation in Engineering programs in Colombia for the period 2014-2022 based on the application of a methodology of descriptive and applied statistics and present an initial literature search to publicize the state of scientific production about strategies for the inclusion of women in science and engineering, from which, among other aspects, the marked increase in production was identified since 2020, with 2021 being the most active year and countries such as the US and Canada with the highest report, highlighting Brazil at the South American level.

Keywords-- Gender gap, Colombia, Education, Engineering, Women, STEM

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

Caracterización de la población de estudiantes mujeres en los programas de Ingeniería en Colombia: inscripción, admisión, matrícula y graduación

Emilcy Hernández-Leal, PhD(c)¹, Gloria Piedad Gasca-Hurtado, PhD¹, and Daniela Higuaita Agudelo, undergraduate student¹

¹ Universidad de Medellín, Colombia, ejhernandez@udemedellin.edu.co, gpgasca@udemedellin.edu.co, dhiguaita607@soyudemedellin.edu.co

Resumen– La brecha de género en el área de Ingeniería es un tema relevante para el mundo. Evidencia de esta relevancia es la dedicación de un objetivo de desarrollo sostenible motivando a generar estrategias mundiales para disminuirla. Específicamente en programas STEM, dicha brecha es aún más crítica. Una de las dificultades que se encuentran al intentar abordar este tema de brecha de género en áreas como la Ingeniería, es la definición de la línea base y la propuesta de estudios exploratorios básicos para la definición de estrategias para la inclusión de mujeres en ciencia e ingeniería. Los estudios de caracterización de la evolución y el estado actual de la población de estudiantes mujeres en programas de ingeniería en Colombia, pueden ser un punto de partida interesante para abordar temas de brecha de género en esta región del mundo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es generar una línea base de la población de estudiantes mujeres en términos de inscripción, admisión, matrícula y graduación en programas de Ingeniería en Colombia para el periodo 2014-2022 a partir de la aplicación de una metodología de estadística descriptiva y aplicada y presentar una búsqueda de literatura inicial para dar a conocer el estado de producción científica en relación con estrategias de inclusión de mujeres en ciencia e ingeniería, del cual se identificó, entre otros aspectos, el aumento de la producción de forma marcada desde 2020, siendo el 2021 el año más activo y países como EEUU y Canadá con mayor reporte, destacando Brasil a nivel de América del Sur.

Palabras clave– Brecha género, Colombia, Educación, Ingeniería, Mujeres, STEM

Abstract – The gender gap in Engineering is a relevant global issue. Evidence of this relevance is the dedication to a sustainable development objective, motivating the generation of global strategies to reduce it. In STEM programs, specifically, this gap is even more critical. One of the difficulties encountered when trying to address this issue of the gender gap in areas such as Engineering is the definition of the baseline and the proposal of basic exploratory studies to define strategies for the inclusion of women in science and engineering. Studies characterizing the evolution and current state of the population of female students in engineering programs in Colombia can be an interesting starting point to address gender gap issues in this region of the world. Therefore, the objective of this work is to generate a baseline of the population of female students in terms of inscription, admission, enrollment, and graduation in Engineering programs in Colombia for the period 2014-2022 based on the application of a methodology of descriptive and applied statistics and present an initial literature search to publicize the state of scientific production about strategies

for the inclusion of women in science and engineering, from which, among other aspects, the marked increase in production was identified since 2020, with 2021 being the most active year and countries such as the US and Canada with the highest report, highlighting Brazil at the South American level.

Keywords– Gender gap, Colombia, Education, Engineering, Women, STEM

I. INTRODUCCIÓN

El avance e inclusión para lograr paridad y liderazgo de las mujeres en el mundo académico en áreas STEM se ve limitado por diferentes barreras de orden tanto cultural como estructural [1], incluso ante la creciente promoción de intervenciones a nivel de estrategias de motivación, apoyo y mentoría [2]. La brecha de género en la Ingeniería persiste, en términos de participación a nivel de educación superior los hombres tienen mayor representación en programas STEM, encontrándose una brecha más crítica en carreras relacionadas con ciencias de la computación y tecnología [3].

Existen precedentes y aumento en el interés de buscar estrategias que ayuden a disminuir la brecha de género en programas de formación STEM [4]–[7], estrategias que se ha comprobado que realmente contribuyen a mejorar el panorama, con un aumento moderado en los porcentajes de representación femenina, pero que ratifica que es necesario romper algunas barreras para llegar a una relación más símil [8]. Posterior a la formación superior, en el campo laboral, se vive también un panorama de predominancia masculina en los trabajos relacionados al área de formación mencionada, y en este punto, se requiere, no solo aumentar la contratación de mujeres, sino de estrategias que incluyan por ejemplo la generación de redes de influencia positiva para el empoderamiento y equidad de género [9].

De acuerdo con lo anterior, diferentes momentos deben ser intervenidos y requieren de prácticas que se adapten a las necesidades propias de fomentar la inclusión en la educación y en los lugares de trabajo STEM, considerando tanto la inclusión como la pertenencia, compromisos fundamentales de las nuevas perspectivas que deben alimentar el tratamiento de un problema que radica de tiempo atrás [10]. No obstante, y a pesar de tratarse de una problemática plenamente identificada, aún se presenta ausencia de información organizada que muestre una línea base tanto de estudios de estrategias para la

inclusión de mujeres en ciencia e ingeniería [11], como una caracterización de la evolución y el estado actual de la población de estudiantes mujeres en programas de ingeniería en Colombia.

Generar una línea base de la población de estudiantes mujeres en términos de inscripción, admisión, matrícula y graduación en programas de Ingeniería se ha trabajado de forma particular en algunas ciudades o a nivel Institucional. Para la ciudad de Cartagena de Indias se analizaron programas de Ingeniería de 2017 a 2021, encontrando que, en términos de graduación, existe un promedio general superior al 60% para los hombres frente a un 39% para las mujeres, con un periodo de crecimiento de 2017 a 2019 pero decrecimiento de 2020 a 2021 para las mujeres [12]. Para el caso institucional, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, se analizó el área curricular de Mecánica (Tecnología e Ingeniería) para el periodo de 2010-1 a 2020-3, encontrando que, para los once años estudiados, solo el 8.07% de aspirantes han sido mujeres, representando posteriormente un 9.07% del total de admitidos a los programas del área [13].

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se aborda en este trabajo, la construcción de una línea base para el periodo 2014-2022 de la población de estudiantes mujeres en términos de inscripción, admisión, matrícula y graduación en programas de Ingeniería en Colombia, acompañada de un contexto del estado de producción científica en relación con estrategias de inclusión de mujeres en ciencia e ingeniería. Para ello se plantea una metodología de estadística descriptiva y aplicada, en la que después de trazado el problema se realizó la recolección de datos desde las bases de datos del Sistema Nacional de Información de Educación Superior - SNIES, posteriormente se hizo la extracción y exploración diagnósticas de la muestra de interés y se generaron además de medidas estadísticas, algunas tendencias, reportando los resultados con la construcción de un tablero de control.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. En la Sección II se presenta un estado del arte de publicaciones científicas asociadas a estrategias de inclusión de mujeres en áreas de ingeniería. En la Sección III se describe la metodología y desarrollo de este trabajo, incluyendo las fases de definición del problema, recolección y exploración de los datos y reporte de resultados. En la Sección IV se hace una discusión de los hallazgos y se finaliza en la Sección V con las conclusiones y espacios de trabajo futuro.

II. ESTADO DEL ARTE

La brecha de género es un problema generalizado y ampliamente identificado en diferentes contextos sociales y particularmente en la formación y vinculación en áreas STEM su incidencia es muy marcada. La baja participación de mujeres en ciencia, ingeniería y tecnología se debe a diferentes factores de connotación social, política, vocacional, institucional e incluso familiar. Este problema motiva a realizar una búsqueda de literatura utilizando bases de datos

científicas para determinar aspectos relevantes de estrategias de inclusión de mujeres en áreas de ingeniería.

Con el fin de establecer el estado general de las investigaciones que abordan esta temática, se hizo una búsqueda en Web of Science (WoS), como repositorio de alto impacto para la investigación en áreas de ciencia, tecnología e ingeniería. Las palabras claves utilizadas permitieron construir una cadena de búsqueda que respondiera a dichas bases de datos y se lograron importantes resultados. La cadena de búsqueda fue (((ALL=(Women)) AND ALL=(Engineering)) AND ALL=(Science) AND ALL=(strategy) AND ALL=(inclusion)).

En la búsqueda en Web of Science (WoS) se obtuvieron 94 estudios primarios y dentro de los resultados más relevantes está la tendencia de la investigación a lo largo de los últimos diez años. Queda demostrado que en los últimos 5 años hay un creciente interés por analizar temas relacionados con la brecha de género. Siendo 2021 el año en que más trabajos se han publicado relacionados con este tema (ver Tabla I). El año en curso (2023) se destaca como uno de los cuatro años donde existen más publicaciones abordando este problema.

TABLA I
TENDENCIA DE ESTUDIOS POR AÑO EN WOS

Año de publicación	Frecuencia	%
2021	20	21.277
2019	18	19.149
2022	18	19.149
2023	13	13.830
2020	7	7.447
2016	5	5.319
2018	5	5.319
2017	3	3.191
2015	2	2.128
2011	1	1.064
2013	1	1.064
2014	1	1.064

De estos estudios capturados, 70 son artículos de investigación, 24 son artículos de revisión, 4 son artículos más recientes y 1 es un artículo en congreso. Esto demuestra un interés importante por este tema de investigación.

Una clasificación de estudios por países permite identificar que Estados Unidos es el país que reporta mayor cantidad de estudios en el área. Destacándose Brasil con 6 estudios, siendo el primer país de América Latina que reporta interés por publicar en temas relacionados a la participación de mujeres en ciencia, ingeniería y tecnología. En la Tabla II se relaciona la frecuencia de los estudios en los primeros diez países o regiones con mayor cantidad de publicaciones.

TABLA II
CLASIFICACIÓN DE LOS DIEZ PRIMEROS PAÍSES CON MAYOR CANTIDAD DE ESTUDIOS EN WOS

Países/Regiones	Frecuencia	%
ESTADOS UNIDOS	44	46.809

CANADÁ	16	17.021
INGLATERRA	16	17.021
AUSTRALIA	14	14.894
INDIA	8	8.511
CHINA	8	8.511
SUIZA	7	7.447
BRASIL	6	6.383
FRANCIA	6	6.383
PAÍSES BAJOS	6	6.383

Adicionalmente, a partir del interés de este estudio se utilizó la herramienta VoSViewer para analizar aspectos relevantes de los estudios primarios encontrados en WoS y se logran identificar clústers a partir del análisis de los metadatos de los 94 estudios primarios capturados. El primer aspecto relevante es que, pese a que la cantidad de estudios analizados es relativamente baja, se identifican tres clústeres claramente definidos. En la Fig. 1 se define el clúster rojo donde predominan términos como mujeres, ciencia y género orientados directamente con el tema de investigación propuesto en este estudio, siendo el término mujer el punto en común de todos los estudios capturados. Un segundo clúster, identificado con el color verde, donde educación, rendimiento y equidad se enlazan. Finalmente, un tercer clúster de color azul donde inclusión, diversidad y STEM son términos que se identifican con el problema de investigación tratado en este trabajo.

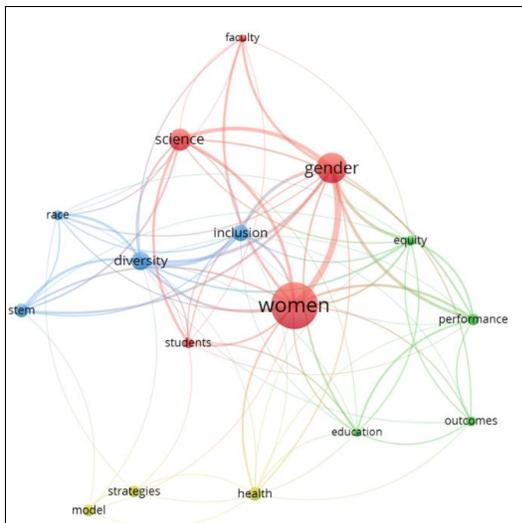


Fig. 1 Co-ocurrencia de palabras claves de estudios capturados de WoS.

En términos generales, es posible concluir que hay un creciente interés por el análisis de este tema de investigación, aunque la cantidad de estudios es limitada. Algunos de los estudios relevantes analizados en la base de datos WoS permiten establecer antecedentes de esta propuesta.

La inclusión de la visión de género en todos los ámbitos y disciplinas es relevante y se evidencia en la cantidad de

estudios capturados. Se encuentran investigaciones relacionadas con áreas de ciencia y tecnología que se analizan desde ámbitos como la salud, el urbanismo, la educación y algunas enfocadas estrictamente a las áreas STEM, dado que es un tema que cada día se ha vuelto crucial para el mundo.

Una novedosa estrategia de reclutamiento de acción afirmativa de las disciplinas STEM de la Universidad de Melbourne [14] sirve para generar directrices para postulaciones de mujeres solicitantes a puestos académicos. Se demuestra que la estrategia tiene éxito dado que se reporta un aumento en la vinculación de mujeres en áreas STEM solicitantes a partir de las rondas de reclutamiento definidas como parte de la estrategia. Esta estrategia es relevante para este trabajo dado que constituye un punto de partida para países de América Latina como Colombia.

De igual forma, se encuentran estudios [15] donde se subraya la necesidad de consolidar teorías más representativas sobre la contratación de mujeres docentes en áreas STEM y, posiblemente, modificaciones en la política pública de recursos humanos en STEM que llaman la atención. Aunque su enfoque investigativo está centrado únicamente en el sector de la educación para Estados Unidos, los resultados pueden ayudar a comprender las tendencias teóricas y el interés estatal por resolver temas de género e incentivar la vinculación de mujeres en áreas STEM.

Por su parte, el análisis de los bajos indicadores de participación de mujeres en áreas relacionadas con innovación, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas [16], identifica desventajas generales que tienen las mujeres en el lugar de trabajo. El principal aporte de este análisis radica en el establecimiento de la génesis y constitución de feminidad para entender los nuevos aportes que pueden dar a la gestión de la innovación y cómo estos diferentes puntos de vista pueden cambiar la conducta de prospectiva corporativa en el sector tecnológico.

Existen interesantes propuestas que logran indicadores más específicos al examinar a fondo los factores potenciales que contribuyen a la retención y persistencia de los estudiantes universitarios en campos STEM [17]. En este estudio se utilizan observaciones en el aula, para examinar la equidad de género en la participación verbal individual en cursos de introducción a la física y comparar los resultados con observaciones en cursos de introducción a otras disciplinas STEM. Las conclusiones de este estudio son variadas, dentro de las más relevantes está la relación entre el aprendizaje activo y la equidad en el aula, demostrando la necesidad de ir más allá de la mera inclusión de pedagogías activas hacia la facilitación proactiva de una participación verbal equitativa y cómoda por parte de todos los estudiantes. Este estudio analiza estrategias prácticas para fomentar el diálogo inclusivo en el aula, como la transparencia, los mensajes de mentalidad de crecimiento y múltiples modos de participación.

Otras investigaciones concluyen que los esfuerzos de inclusión son fundamentales para lograr una mayor proporción de mujeres en las TIC, pero que el logro puede ser de corta duración [8]. Este estudio genera resultados orientados a la

identificación de necesidades frente al logro de una mayor proporción de docentes mujeres y retención sostenible de mujeres en las TIC. Lo que permite que se consolide la justificación del presente trabajo, orientado al análisis de la población objetivo, que en este caso son estudiantes mujeres en términos de inscripción, admisión, matrícula y graduación en programas de Ingeniería en Colombia. Esto con el fin de proponer estrategias a largo plazo para inclusión de mujeres en las TIC.

En términos generales, es posible identificar que el interés por estudiar temas relacionados con brecha de género e inclusión de mujeres en el área de Ingeniería es un tema relevante para el mundo. Además, la tendencia de estudios publicados permite justificar el análisis de este tema en esta investigación. Así mismo, estudios relevantes donde se propone el uso de técnicas de la Industria 4.0 como blockchain [18], junto con el uso de técnicas estadísticas para abordar el tema e incluso análisis más profundos como el análisis de redes [9], están siendo utilizados para abordar esta temática. Por lo anterior, el interés por abordar este tema para países de América Latina como Colombia, donde aún es una cuestión con espacios por resolver.

III. METODOLOGÍA

Este trabajo se desarrolló siguiendo una metodología con las fases primarias de un proceso de análisis de datos y estadística aplicada. Después de planteado el problema, se procedió a la recolección de datos para la construcción de la línea base. Incluyendo una fase de exploración diagnóstica, a partir de estadísticos básicos y generación de algunas tendencias del comportamiento de los datos en el tiempo. Así mismo, se soporta y complementa el análisis con la construcción de un tablero de control para visualizar los indicadores y verificarlos con respecto a los objetivos propuestos. En la Fig. 2 se resumen las fases de la metodología.

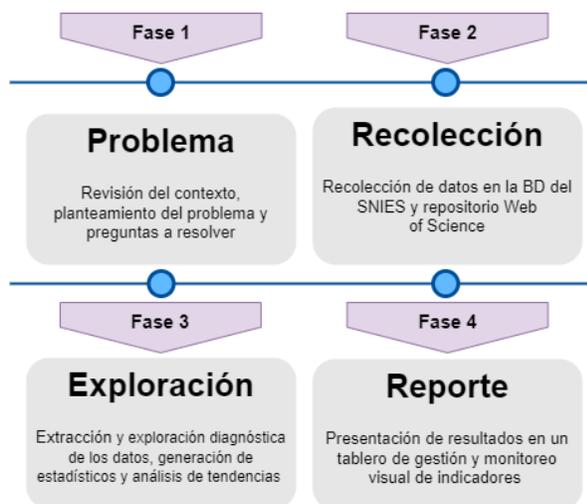


Fig. 2 Metodología.

A. Fase 1 y 2

En las secciones I y II, Introducción y Estado del Arte se ha dejado claridad en el planteamiento del problema y revisión del contexto asociado a dicha problemática, con ello, la pregunta principal que se desea responder es: ¿Cuál fue el comportamiento en términos de inscripción, admisión, matrícula y graduación de mujeres en programas de Ingeniería en Colombia para el periodo 2014-2022? Pregunta que se sistematizó de acuerdo con cada una de las categorías incluidas en ella y que se describirán a continuación.

La línea base de la población de estudiantes mujeres en términos en programas de Ingeniería en Colombia se construye a partir de los datos recolectados de las bases de datos que el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES pone a disposición de la comunidad en general desde su sitio web (<https://snies.mineducacion.gov.co/portal/>). Las categorías analizadas fueron:

- 1) *Inscritos*: personas naturales que solicitan ingreso a un programa académico en una Institución de Educación Superior (IES) en calidad de estudiante.
- 2) *Admitidos*: personas naturales que son aceptadas a un programa académico después de surtir un proceso de selección y cumplimiento de requisitos en una IES.
- 3) *Matriculados*: Estudiantes que ejercen matrícula en cualquiera de las cohortes de un programa académico dentro de una IES
- 4) *Graduados*: Estudiantes que completan con éxito su ciclo de formación en la IES y reciben titulación por parte de esta.

B. Fase 3

Se inicia esta fase con la extracción de los datos a partir de la base de datos mencionada, para ello, se aplican una serie de filtros con el fin de llegar a los datos de interés. En primer lugar, se integran los datos de los nueve años objeto de estudio, teniendo que para algunos años la BD presentaba columnas con información extra, la cuales fueron removidas, se conservaron las columnas (atributos) comunes a todos los años. Posteriormente, como segundo paso, se procedió a seleccionar por área de conocimiento Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines; Nivel Académico Pregrado y Nivel de Formación Universitaria, este último para retirar los programas técnicos y tecnológicos, dado que se deseaba abarcar únicamente formación profesional. Seguidamente, como tercer paso, se hace una revisión por Programas Académicos y se identifica que algunos realmente no pertenecen al área de conocimiento seleccionada, probablemente por un registro o clasificación equivocada en el SNIES, este filtro se hace de forma manual, retirando algunos programas asociados a diseño, contaduría pública y gastronomía.

Así mismo, en esta fase se realiza un proceso de transformación para el campo Género, llevándolo a una misma denominación para todos los años, dado que en algunos casos

se reportaba masculino/femenino y en otros hombre/mujer, se conserva hombre/mujer. Seguidamente se realiza el proceso de exploración de los datos para verificar en términos porcentuales y de distribución el comportamiento de los datos. A continuación, se presentarán algunos consolidados de dicho proceso diagnóstico.

En la Tabla III se consolida el porcentaje de participación del total en términos de Inscripción, Admisión, Matrícula y Graduación para los años analizados y teniendo en cuenta el género. Nótese que existe una coherencia en el tránsito entre las diferentes categorías en términos porcentuales, es decir, no hay una diferencia significativa entre el total porcentual de inscritos, admitidos, matriculados y graduados, tampoco se llega a percibir un cambio en el periodo de tiempo observado, incluso si se compara el primer y último año, 2014-2022, se podría indicar un crecimiento leve en la brecha de género en programas de formación profesional asociados a Ingeniería y para un nivel de grado.

Tabla III
PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR GÉNERO PARA LAS CATEGORÍAS ANALIZADAS DE 2014 A 2022

Año	Género	Inscripción	Admisión	Matrícula	Graduación
2014	% HOMBRE	66%	68%	66%	64%
	% MUJER	34%	32%	34%	36%
2015	% HOMBRE	67%	68%	66%	66%
	% MUJER	33%	32%	34%	34%
2016	% HOMBRE	68%	69%	67%	65%
	% MUJER	32%	30%	33%	35%
2017	% HOMBRE	68%	68%	67%	64%
	% MUJER	32%	32%	33%	36%
2018	% HOMBRE	69%	68%	67%	64%
	% MUJER	31%	31%	33%	36%
2019	% HOMBRE	69%	69%	67%	63%
	% MUJER	31%	31%	33%	37%
2020	% HOMBRE	70%	69%	68%	63%
	% MUJER	30%	31%	32%	37%
2021	% HOMBRE	68%	67%	68%	64%
	% MUJER	32%	33%	32%	36%
2022	% HOMBRE	70%	69%	69%	65%
	% MUJER	30%	31%	31%	35%

En la Tabla IV se consolida el porcentaje de participación del total en términos de Inscripción, Admisión, Matrícula y Graduación para los años objeto de revisión, pero a diferencia de la tabla anterior, en esta se resume el comportamiento exclusivamente para los programas de formación académica asociados a Ingeniería de Sistemas y afines (se incluye Ingeniería de Software, Ingeniería Informática, Ingeniería de Sistemas con diferentes énfasis, Ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería Electrónica, entre otras). Se decidió hacer este zoom para un nivel de granularidad menor en cuanto a programas de formación dado que es de interés para el estudio ratificar que existen áreas particulares dentro de las ingenierías en las cuales la brecha de género es aún más

marcada, siendo esta área una de ellas. Se puede observar que para las categorías de inscripción, admisión y matrícula el porcentaje de participación de los hombres para el periodo 2014-2022 gira en torno del 84%, mientras que las mujeres representan solo el 16%. En la graduación las cifras tienen una modificación leve con un promedio para los años abarcados de 80% y 20% para hombres y mujeres respectivamente, sin llegar a ser una diferencia significativa y conservando la brecha de género pronunciada, que posteriormente se trasmite al campo laboral, tanto en la industria como en la investigación y la academia.

Tabla IV
PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN POR GÉNERO DE 2014 A 2022 EN LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AFINES

Año	Género	Inscripción	Admisión	Matrícula	Graduación
2014	% HOMBRE	83%	83%	82%	76%
	% MUJER	17%	17%	18%	24%
2015	% HOMBRE	84%	84%	83%	79%
	% MUJER	16%	16%	17%	21%
2016	% HOMBRE	83%	83%	83%	79%
	% MUJER	17%	16%	17%	21%
2017	% HOMBRE	84%	83%	84%	79%
	% MUJER	16%	17%	16%	21%
2018	% HOMBRE	84%	83%	84%	80%
	% MUJER	16%	17%	16%	20%
2019	% HOMBRE	84%	84%	85%	81%
	% MUJER	16%	16%	15%	19%
2020	% HOMBRE	84%	83%	85%	82%
	% MUJER	16%	17%	15%	18%
2021	% HOMBRE	83%	82%	85%	81%
	% MUJER	17%	18%	15%	19%
2022	% HOMBRE	83%	82%	84%	82%
	% MUJER	17%	18%	16%	18%

A continuación se presentarán algunas tendencias adicionales asociadas a elementos gráficos extraídos del tablero de control construido.

C. Fase 4

Como última fase se tiene la construcción de un tablero de control para la presentación y reporte de algunos resultados asociados a indicadores clave para las categorías analizadas. Por temas prácticos y para ajustarse al formato de este documento, no se presenta una imagen general del tablero, si no que se han seleccionado algunos de los elementos visuales, de dicho tablero, para traer a colación adicionalmente otras tendencias en los datos analizados.

En la Fig. 3 se muestra la distribución porcentual de la cantidad de hombres y mujeres matriculados y graduados de los programas de Ingeniería en Colombia para el periodo 2014-2022.

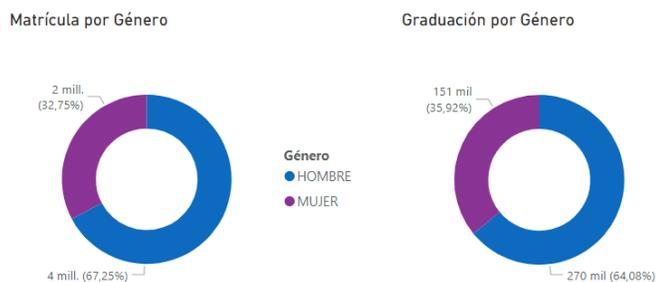


Fig. 3 Porcentaje promedio de matrícula y graduación por género.

Cabe resaltar, como se había mencionado anteriormente, que al revisar el panorama general de Ingenierías la brecha de género está en torno a un 34% de mayoría para los hombres en la matrícula y un 28% de diferencia en la graduación, nuevamente a favor del género masculino. Este porcentaje se logra gracias a que hay algunos programas donde la proporción es cercana al 50% para hombres y mujeres o incluso hay un poco de mayoría del género femenino, como es el caso de Ingeniería Ambiental. Sin embargo, retomando los programas académicos del área de Sistemas y afines, se encuentra, como se observa en la Fig. 4, que la inscripción de mujeres se encuentra por debajo del 20% y esto se traslada a las demás categorías analizadas (admisión, matrícula y graduación).

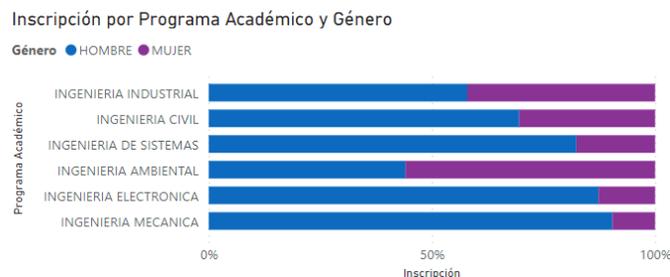


Fig. 4 Comportamiento en porcentaje de inscripción para algunos programas de Ingeniería.

Ratificando lo anteriormente expuesto, en la Fig. 5 se presenta la matrícula para los años objeto de estudio cubriendo por áreas la distribución del total general para cada uno de los géneros, viendo que aún no se logra percibir en el contexto colombiano, un cambio significativo en la brecha, incluso cuando se tienen ya iniciativas gubernamentales y privadas que propenden por ello.

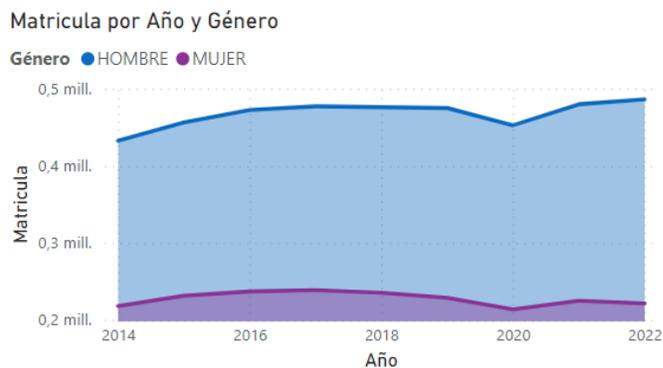


Fig. 5 Cantidad de matrícula por género para los años 2014-2022.

Finalmente, se desea presentar por medio de la Fig. 6 el comportamiento de las cuatro categorías analizadas, asociadas, además del género, a los sectores de las Instituciones de Educación Superior (IES). Lo anterior porque llama la atención, como se da un tránsito entre una mayor inscripción y matrícula en IES públicas, lo cual es natural dada la distribución socioeconómica de la población colombiana, pero que a la hora de la graduación se invierte, tanto para hombres como para mujeres, en una mayoría en las IES privadas. Lo anterior puede llevar a pensar en un componente de posible deserción más marcada en las IES oficiales o dificultad para la obtención de la titulación, valdría la pena revisar si este comportamiento se refleja en otros núcleos básicos de conocimiento o es particular de los programas STEM.

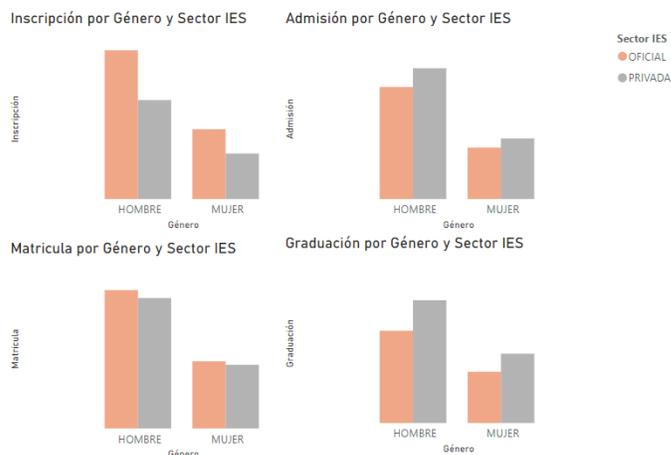


Fig. 6 Comportamiento de la inscripción, admisión, matrícula y graduación por sector de las IES

IV. DISCUSIÓN

Con la construcción de esta línea base de la población de estudiantes mujeres en términos de inscripción, admisión, matrícula y graduación en programas de Ingeniería en Colombia para el periodo 2014-2022, se ratifica que sigue presentándose una marcada brecha de género y que, a pesar de los numerosos esfuerzos que reporta la comunidad académica

y el gobierno por llevar oportunidades de acceso a la educación superior para mujeres, la vinculación a programas de formación académica STEM es baja en relación al género masculino.

Es de rescatar que la cantidad general de matrícula para los programas STEM muestra una tendencia leve al aumento con una pequeña baja para el año 2020, posiblemente asociada al fenómeno de la pandemia SARS-CoV-2 COVID-19. Sin embargo, en comparación con el año base, para 2022 se tiene aproximadamente 57.000 estudiantes más formándose en Ingenierías, de los cuales 53.700 son hombres y solo 3.300 son mujeres. Esto de la mano de la presencia, al igual que para otros países latinoamericanos, de estereotipos sociales que en Colombia han afectado el logro de una igualdad de género tanto a nivel educativo como laboral.

Quedan aún abiertos muchos espacios de trabajo en términos tanto de lograr la motivación de las mujeres por optar por estas áreas de conocimiento como también de lograr un mayor apoyo para el acceso y financiamiento de su formación. Incluso en el contexto que incumbe directamente a las IES, formular estrategias de apoyo que ayuden a que una vez que se da la admisión y matrícula de estudiantes mujeres en los programas mencionados, éstas tengan un acompañamiento que permita su permanencia, graduación e inserción al mundo laboral.

V. CONCLUSIONES

Se estableció una línea base de inscripción, admisión, matrícula y graduación de mujeres en programas de Ingeniería en Colombia, junto con la caracterización del estado de publicación de trabajos científicos y académicos asociados a estrategias de inclusión de mujeres en Ingeniería, identificando el aumento de producción de forma más marcada desde 2020, siendo el 2021 el año más activo y países como EEUU y Canadá con mayor reporte, destacando Brasil a nivel de América del Sur.

El análisis realizado muestra que la participación general de mujeres graduadas en Ingeniería alcanza un promedio de 36% frente al 64% de hombres graduados. Mientras que para los programas de Ingeniería de Sistemas y afines es de 20% de mujeres graduadas frente al 80% del género masculino. Lo que indica que en esta área de conocimiento en particular se requiere de muchas más intervenciones e iniciativas de apoyo desde diferentes frentes.

Con lo anterior se ratifica que para las mujeres se sigue presentando una barrera en términos del ingreso a programas de ingeniería, que más allá de temas de tipo económico, puede estar dada por el contexto social y familiar, los estereotipos y como parte fundamental la motivación hacia la selección de programas de formación en Ingeniería. Esto se sigue reflejando sin duda en el campo laboral, exigiendo una mayor profundidad en la generación de estudios, proyectos de extensión e investigación y generación de acciones aplicadas y propias para el contexto en el que nos encontramos.

Finalmente, como trabajo futuro se pretende, ampliar la línea base construida, analizando e identificando, a mayor nivel de profundidad, otras posibles tendencias en los datos que entrega el SNIES y haciendo énfasis para el nivel de granularidad de la población de Medellín y de la IES de filiación de las autoras de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la Convocatoria interna Fondo Semilla para nuevos investigadores Universidad de Medellín, que apoya el desarrollo del proyecto de investigación titulado “Diseño de una Estrategia basada en Gamificación para promover la participación de Mujeres en Ciencia y Tecnología”.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO, *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. UNESCO, 2019.
- [2] W. M. Huston, C. G. Cranfield, S. L. Forbes, and A. Leigh, “A sponsorship action plan for increasing diversity in STEM,” *Ecol. Evol.*, vol. 9, no. 5, pp. 2340–2345, Mar. 2019, doi: 10.1002/ECE3.4962.
- [3] Naciones Unidas and CEPAL, “Gender equality and women’s and girls’ autonomy in the digital era: contributions of education and digital transformation in Latin America and the Caribbean,” *AMERICA LATINA Y EL CARIBE*, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/48701>.
- [4] S. Rueda Pascual *et al.*, “Proyecto Girls4STEM: fomento de vocaciones científico-tecnológicas desde la igualdad y diversidad,” *Perspect. lingüísticas, Lit. y científico-tecnológicas*, pp. 19–19, Dec. 2021, Accessed: Apr. 22, 2023. [Online]. Available: <https://monografias.editorial.upv.es/index.php/emig/article/view/282>.
- [5] K. N. Smith and J. G. Gayles, “‘Girl Power’: Gendered Academic and Workplace Experiences of College Women in Engineering,” *Soc. Sci.*, vol. 7, no. 1, p. 11, Jan. 2018, doi: 10.3390/SOCSCI7010011.
- [6] Programa Meninas Digitais, “Relatório Projetos Parceiros, 2021/2022,” 2022. Accessed: May 06, 2023. [Online]. Available: <https://meninas.sbc.org.br/>.
- [7] C. Maciel and S. A. Bim, “Programa Meninas Digitais – ações para divulgar a Computação para meninas do ensino médio,” in *Anais do Computer on the Beach*, 2016, pp. 327–336, doi: 10.14210/COTB.V0N0.P327-336.
- [8] V. A. Lagesen, I. Pettersen, and L. Berg, “Inclusion of women to ICT engineering – lessons learned,” *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 47, no. 3, pp. 467–482, May 2022, doi: 10.1080/03043797.2021.1983774.
- [9] D. Verhoeven, K. Musial, G. Hambusch, S. Ghannam, and M. Shashnov, “Net effects: examining strategies for women’s inclusion and influence in ASX200 company boards,” *Appl. Netw. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–26, Dec. 2022, doi: 10.1007/S41109-022-00490-Y/TABLES/10.
- [10] E. H. McWhirter and R. G. Cinamon, “Old Problem, New Perspectives: Applying Anzaldúan Concepts to Underrepresentation in STEM,” <https://doi.org/10.1177/0894845320901797>, vol. 48, no. 6, pp. 877–892, Jan. 2020, doi: 10.1177/0894845320901797.
- [11] S. García De Cajén, S. Montoya-Noguera, and S. H. Contreras-Ortiz, “Panorama de las investigaciones en la Cátedra Matilda 2021-2022,” in *I SIILMI Primer Simposio de Investigación e Innovación Latinoamericano Mujeres en Ingeniería*, 2022, pp. 16–22.
- [12] M. S. Carrillo Landazabal, O. E. Haydar Martínez, L. E. Vargas Ortiz, and Y. Y. Mendoza Alvarez, “Admisión, permanencia y graduación de las mujeres en Programas de ingeniería en Cartagena de Indias,” in *I SIILMI Primer Simposio de Investigación e Innovación Latinoamericano Mujeres en Ingeniería*, 2022, pp. 86–91, [Online]. Available: <http://www.axces.info/handle/10.18687/78>.
- [13] M. P. Rubio Valbuena and Y. I. Acuña Hereira, “Admisión, permanencia

- y graduación de las mujeres en el proyecto curricular de Mecánica en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá D.C.,” in *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*, Sep. 2021, pp. 1–11, doi: 10.26507/PONENCIA.1573.
- [14] M. Guillemin, E. Wong, and G. Such, “Affirmative recruitment of women in STEM: a case study,” *J. High. Educ. Policy Manag.*, vol. 45, no. 3, pp. 291–305, 2023, doi: 10.1080/1360080X.2022.2157928.
- [15] X. Su, J. Johnson, and B. Bozeman, “Gender diversity strategy in academic departments: exploring organizational determinants,” *High. Educ.*, vol. 69, no. 5, pp. 839–858, May 2015, doi: 10.1007/S10734-014-9808-Z/TABLES/5.
- [16] V. S. Chau and C. Quire, “Back to the future of women in technology: insights from understanding the shortage of women in innovation sectors for managing corporate foresight,” *Technol. Anal. Strateg. Manag.*, vol. 30, no. 6, pp. 747–764, 2018, doi: 10.1080/09537325.2017.1376046.
- [17] A. M. York *et al.*, “Gender inequity in individual participation within physics and science, technology, engineering, and math courses,” *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, vol. 17, no. 2, p. 20140, 2021, doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020140.
- [18] M. Haque, V. V. Kumar, P. Singh, A. A. Goyal, K. Upreti, and A. Verma, “A systematic meta-analysis of blockchain technology for educational sector and its advancements towards education 4.0,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 28, no. 10, pp. 13841–13867, 2023, doi: 10.1007/s10639-023-11744-2.